

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH
ZDROJOV**

1127135

**ANATOMICKÉ ROZDIELY POHYBOVÉHO APARÁTU
KONÍ A MAČKOVITÝCH ŠELIEM**

2010

Zuzana Mráziková

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH
ZDROJOV**

**ANATOMICKÉ ROZDIELY POHYBOVÉHO APARÁTU
KONÍ A MAČKOVITÝCH ŠELIEM
(Bakalárska práca)**

Študijný program:	Špeciálne chovateľstvo
Študijný odbor:	6.2.1. Živočišna produkcia
Školiace pracovisko:	Katedra veterinárskych disciplín
Školiteľ:	Ing. Slavomír Mindek, PhD.

2009/2010, Nitra

Zuzana Mráziková

ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Dolu podpísaná Zuzana Mráziková vyhlasujem, že som bakalársku prácu na tému **„Anatomické rozdiely pohybového aparátu koní a mačkovitých šeliem“** vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak hore uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 21. 4. 2009

Zuzana Mráziková

podpis

Pod'akovanie

Touto cestou si dovoľujem poďakovať sa vedúcemu bakalárskej práce Ing. Slavomírovi Mindekovi, PhD. za odbornú pomoc a cenné rady, ktoré mi poskytol pri jej vypracovaní.

Abstrakt

V tejto práci by sme chceli poukázať na rozdielnosti v mechanike pohybu mačky ako zástupcu čeľade mačkovitých a koňa ako zástupcu kopytníkov z čeľade koňovitých, rozdiely, ale aj podobnosti v anatomickej stavbe svalov a kostí končatín a ako tieto ovplyvňujú samotnú dynamiku pohybu. Tieto rozdiely sme dokázali porovnaním obdobia osifikácie kostných tkanív, porovnaním veľkosti a funkcií svalov na končatinách, ktoré zabezpečujú pohyb. Porovnali sme pomery dĺžky kostí končatín koní a mačkovitých šeliem a tiež tvar a veľkosť niektorých svalov, ktoré sa významne podieľajú na pohybe organizmu. U koní sme venovali pozornosť pasívnym štruktúram, ktoré zabezpečujú státie s nízkou spotrebou energie a odôvodnili, prečo pri šelmách tieto štruktúry nie sú prítomné. V závere sme zhodnotili, aký význam majú rozdielne druhy pohybov pre kone ako vytrvalých bežcov a pre šelmy, ktoré potrebujú vyvinúť veľkú rýchlosť na pomerne krátku vzdialenosť. Tieto rozdiely sú dôležité z hľadiska rozdielneho spôsobu získavania potravy a z globálneho pohľadu aj rozdielneho spôsobu života.

Kľúčové slová: Kôň Mačka Pohybový aparát

Abstract

This work concerns of differences in mechanics of motion of a cat (as feline individual) and a horse (as ungulate). It includes differences in physique – like are bones and muscles, but also their similarities and how these aspects influence motion and its kinetics. We attested these differences by comparing periods of forming the bone and muscle adenoblast, by comparing of sizes and functions of muscles and bones of limbs, which insure movement. We compared ratios - length of bones and size of some muscles, which are important for organism's motion. We attested passive structures, which are peculiar for horses and which assure standing with lowest consumption of energy. We also gave reasons, why these structures are not necessary for cats and canines. To summarize, we sum up which consequences have diverse kinds of motion for horses as tireless runners and for cats and canines, because they often need to reduce high speed on shorter distance. These differences are important because of various ways of obtaining feed and globally because of different ways of life.

Keywords: Horse Cat Motion apparatus

Obsah

Slovník termínov	9
Úvod	10
1. Cieľ práce	11
2. Metodika práce	12
3. Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky	13
3.1. Statika a dynamika	13
3.2. Statika	13
3.2.1. Státie	14
3.2.2. Konštrukcia trupu	15
3.2.3. Konštrukcia končatín	15
3.2.3.1. Hrudníková končatina	16
3.2.3.2. Panvová končatina	18
3.3. Dynamika	21
3.3.1. Všeobecné predpoklady pohybu	21
3.3.2. Vlnenie chrbtice	22
3.3.3. Dĺžkové pomery na končatinách	21
3.3.4. Pohyby končatín	22
3.3.4.1. Hrudníková končatina	22
3.3.4.2. Panvová končatina	23
3.3.4.2.1. Cval a trysk koňa, beh mačky	24
3.2.4. Kosti hrudnej končatiny koňa a mačky	26
3.2.4.1. Kostra paže	25
3.2.4.2. Kosti predlaktia	27
3.2.4.3. Spoje hrudnej končatiny s trupom	27
3.2.4.4. Pletenec hrudnej končatiny	29
3.2.5. Svaly hrudnej končatiny koňa a mačky	30
3.2.6. Kosti panvovej končatiny	39
3.2.7. Svaly panvovej končatiny	42
3.2.7.1. Vlastné svaly panvovej končatiny	43
3.2.7.2. Vlastné svaly kolenného kĺbu	46
3.2.7.3. Svaly dolnej končatiny, resp. lýtkové svaly	47
3.2.7.4. Kraniálne lýtkové svaly	47

3.2.7.5. Kaudálne lýtkové svaly	48
4. Záver	50
5. Zoznam použitej literatúry	51
6. Prílohy.....	53

Slovník termínov

Aponeuróza je plochá šľacha, väzivová blana, šľachovina

Burza sa nachádza sa v okolí kĺbov a sú to dutiny rôznej veľkosti vystlané synoviálnou membránou a obsahujúce tekutinu podobnú kĺbnemu mazu

Hyperextenzívny – maximálne rozpínavý, idúci do šírky

Izometrická kontrakcia je kontrakcia, pri ktorej sa mení vo svalových vláknach napätie, ale ich dĺžka ostáva nezmenená

Lordóza je prehnutie chrbtice konvexitou dopredu v rovine predozadnej

Lordotický - dopredu zahnutý, týkajúci sa lordózy

Kontraktilný - schopný stiahnuť sa, schopný sa skrátit'

Kyfóza sa používa na popis oblúkovitého prehnutia chrbtice dozadu. Jej opakom je lordóza

Pronácia je otočenie hornej končatiny dlaňou nadol, opak supinácie

Supinácia je vonkajšia rotácia hrudnej alebo panvovej končatiny

Úvod

Telo mačky je dokonale uspošobené na úlohu šelmy. Jej telesná konštitúcia je ľahká, telo je pružné a mrštné. Prvé mačkovité šelmy sa vyvinuli asi pred 450 mil. rokov, ale fosílné nálezy sa z nich nezachovali (**P. Hell a kol., 2004**). Na rozdiel od ostatných druhov sa mačkovité druhy vyvíjali rýchlo a už v ďalšom období, v oligocéne, sa podobali dnešným mačkám.

Čo sa týka vývoja koňa, ten začína formou nazvanou „*Eohippus*“. *Eohippus* dosahoval veľkosť lišky, mal pomerne krátku hlavu, 44 zubov, krátky krk, pružný klenutý chrbát a pomerne dlhé končatiny naznačujúce prispôsobovanie sa na získavanie väčšej rýchlosti. Jeho stavba tela a podľa všetkého aj mechanika pohybu bola v tom čase podobnejšia skôr malým šelmovitým dravcom ako dnešnému koňovi. Prechodom z prostredia močarísk na suchý, rovinatý povrch dochádzalo v priebehu fylogényzy k niektorým zmenám (redukcia prstov, veľkosť tela). *Equus* - dnešný kôň má vývojovú líniu dlhú 50 miliónov rokov.

Otázkou je, či tieto anatomické zmeny počas vývoja boli také veľké, že sa to prejavilo zmenou mechaniky pohybu samotných jedincov. Pri letmom pohľade a porovnaní konštrukcie tela koňa a mačkovitých šeliem by teda bolo možné dôjsť k názoru, že následkom podobnej anatomickej stavby (štyri končatiny, rýchly pohyb) bude dynamika samotného pohybu takmer identická a vplyv na ňu by mali mať len veľkostné rozdiely, resp. dĺžkové pomery jednotlivých končatín, resp. kostí a svalov, ktoré ich tvoria.

Mačka však pri love myši skáče často až 1 m vysoko a neraz 2,5 m ďaleko (**Hell a kol., 2004**). To je v porovnaní s veľkosťou jej tela 2 až 5 krát viac, ale kôň s priemernou výškou v kohútiku 1,70 m pri parkúrovom skákaní – úroveň L, absolvuje skoky do výšky 1 m a šírky do 4 m, čo predstavuje pomer k telu približne 0,5 – 2. Takéto viditeľné rozdiely musia byť zapríčinené odlišujúcou sa anatomickou stavbou najmä niektorých svalov.

V tejto práci by sme chceli poukázať na rozdielnosť v mechanike pohybu mačky ako zástupcu čeľade mačkovitých a koňa ako zástupcu kopytníkov z čeľade koňovitých, rozdiely, ale aj podobnosti v anatomickej stavbe svalov a kostí končatín a ako tieto ovplyvňujú samotnú dynamiku pohybu.

1. Cieľ práce

Cieľom našej bakalárskej práce bolo po celkovom zhromaždení a analýzy dostupných literárnych zdrojov porovnať anatomické rozdiely pohybového aparátu koní a mačkovitých šeliem. Chceli sme poukázať na rozdielnosti v mechanike pohybu mačky ako zástupcu čeľade mačkovitých a koňa ako zástupcu kopytníkov z čeľade koňovitých, rozdiely, ale aj podobnosti v anatomickej stavbe svalov a kostí končatín a ako tieto ovplyvňujú samotnú dynamiku pohybu.

2. Metodika práce

Bakalárska práca je členená do viacerých kapitol a následne podkapitol z dôvodu jednoduchšej a lepšej orientácie v práci ako celku. Hlavná kapitola bakalárskej práce s názvom Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky bola vytvorená na základe kontinuálneho zhromažďovania poznatkov z rôznych literárnych zdrojov a odborných konzultácií a logicky usporiadaná do jedného celku. V prvej časti tejto kapitoly je rozobraná a popísaná statika organizmu, načrtnutá konštrukcia trupu a končatín. Dynamika a všeobecné predpoklady lokomócie, resp. pohybu sú náplňou ďalšej časti. Nasledujú detailnejšie popisy stavby hrudných a panvových končatín, porovnanie rozdielov v pomeroch, obdobiach tvorby tkanív a prípadných rozdieloch vo veľkosti svalových a kostných útvarov, v niektorých prípadoch ich absencia (napr. už spomenutý statický aparát koňa a pod.). Kapitola Návrh na využitie poznatkov bola vynechaná, pretože práca bola vypracovaná porovnávaním jednotlivých údajov z viacerých knižných zdrojov a bola vypracovaná vo väčšej miere ako kompilát, ktorý môže byť využitý ako teoretický materiál pri tvorbe iných prác. Všeobecné závery, ktoré boli vyvedené zo získaných poznatkov a celková sumarizácia práce sú uvedené v kapitole Záver. Poslednou časťou práce je prehľad použitej literatúry, v ktorej sa nachádza abecedný zoznam literárnych zdrojov použitých pri tvorbe práce. Obrázky sú znázornené v prílohách.

3. Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

3.1. Statika a dynamika

Statika sa zaoberá konštruktívnymi princípmi, ktoré zaisťujú rovnováhu vo voľnom alebo nútenom stoji. Dynamika naopak zahŕňa procesy, ktoré sa odohrávajú behom pohybu (lokomócie). Týmto fyzikálnym zákonitostiam podlieha aj stavba tela zvierat (König, Liebich, 2002).

3.2. Statika

Telesná konštrukcia zvierat vykazuje veľkú druhovú variabilitu, ktorá je dôsledkom prispôsobenia sa prírodným podmienkam a spôsobu získavania potravy.

Šelmy (*Carnivora*) musia často vyvinúť veľkú rýchlosť na krátku vzdialenosť, aby mohli chytiť korisť. Telesná konštrukcia bylinožravcov je naopak špecializovaná na to, aby mohli transportovať veľké množstvo ťažko stráviteľného krmiva, čo vyžaduje dokonalú statiku tela, ktorá umožňuje skôr vytrvalý pohyb na dlhé vzdialenosti.

Stavba tela má dôležitý vplyv na pohyb koňa, a tým do určitej miery i na jeho výkonnosť (Dušek, 2001). Pre pohybový aparát je charakteristická nielen veľká stabilita a mobilita, ale aj prítomnosť pasívnych štruktúr umožňujúcich nesenie vlastnej váhy tela a ďalších zaťaží bez toho, aby bolo nutné použiť ďalšiu svalovú silu. Kone vďaka tomu dokážu stáť s veľmi nízkou spotrebou energie. Vzhľadom k stavbe svojho tela je kôň vhodný k jazdeniu, ťahu a transportu bremien. U šelmy takého pasívne štruktúry nie sú známe (König, Liebich, 2002).

3.2.1. Státie

V stoji sú stopy končatín umiestnené v rohoch do obdĺžnika. Pri pravidelnom postoji má krátka strana obdĺžnika dĺžku rovnajúcu sa šírke troch kopýt. Ťažisko celého tela je posunuté bližšie k hrudníkovým končatinám.

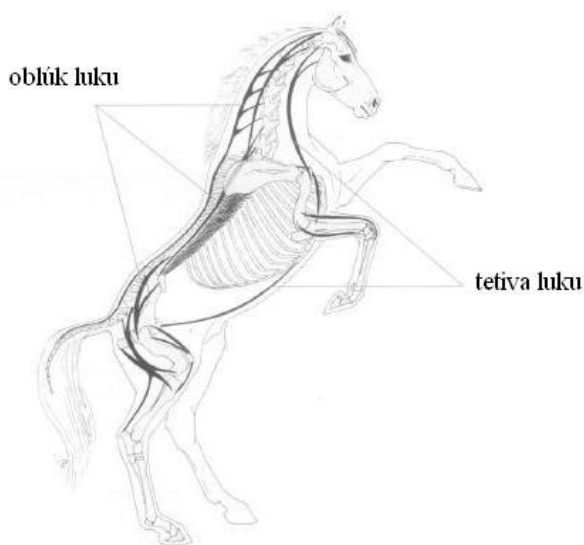
Rozoznáva sa voľné (uvoľnené) a pozorné (sústredené alebo nútené) státie. Pri obidvoch typoch sú napnuté naťahovače kĺbov. Pri pozornom státi je napätie väčšie ako pri voľnom státi. Súčasne je však zvýšený svalový tonus aj v ohýbačoch. Napätie svalov, ako aj svalová práca, vyvolávajú únavu (Popesko, 1992).

3.2.2. Konštrukcia trupu

Najnovšie štúdie vychádzajú z tzv. konštrukcie luku. Pružnou štruktúrou je hrudný a chrbtový úsek chrbtice, ktorý tvorí dorzálne mierne klenutý „oblúk luku“. Elasticita tohto úseku chrbtice je zaistená štruktúrami:

- kĺbmi chrbtice a medzistavcovými platničkami
- väzmi (nadtŕňový väz, medzitŕňové väzy, žlté väzy)
- svaly chrbta (dlhé a krátke svaly chrbta)

Tetiva luku je tvorená brušnými svalmi, najmä priamy brušný sval, ktorý ako



Podľa: Komárek, 2003

obr.1 [Konštrukcia luku, Komárek 2003]

aktívne kontrahovateľný svalový pruh spojuje hrudný kôš s panvou. Zo statického je v štruktúre tetivy luku dôležitou, pasívnou podporou žltej brušnej fascie (König, Liebich, 2002).

Oblúk a tetiva sú spolu nepriamo spojené. Na kraniálnom konci je spojenie tvorené hrudným košom a predlžuje sa krčnou časťou chrbtice až k hlave. Kaudálny úsek tetivy luku je spojený

posledným bedrovým stavcom s krížovou kosťou a a prostredníctvom nich s panvou. Kontrakcie brušných svalov spôsobujú ohýbanie oblúku, kontrakcie chrbtových svalov oblúk narovnávajú.

Váha vnútorných orgánov, ktoré sú zavesené na chrbtici, výrazne chrbticu prehýbajú, ale na druhej strane priložením k ventrálnej brušnej stene napína tetivu, výsledkom je potom dorzálne vykľutie oblúku luku.

Statiku chrbtice ovplyvňujú aj svaly končatín. Všetky svaly, ktoré naťahujú hrudnú končatinu dopredu a panvovú končatinu dozadu, spôsobujú naťahovanie chrbtice. Svaly s opačným pôsobením na končatiny chrbticu ohýbajú. Na týchto procesoch sa svaly pletenca hrudnej končatiny podieľajú výraznejšie ako svaly panvovej končatiny (obr.1).

Elasticita trupu je doplnená aktívnou prácou ďalších svalov, čo sa obzvlášť výrazne prejavuje u koňa, pretože jeho chrbát pod jazdcom neklesá, naopak sa dorzálne vyklenie.

Princíp konštrukcie luku sa uplatňuje i v krčnej oblasti. Krčná časť chrbtice so svojimi pohyblivými spojmi predstavuje oblúk luku, zatiaľ čo elastický šijový väz spoločne so svalmi uloženými dorzálne pod chrbticou tvoria tetivu. Svaly, rovnako ako časti elastického väzu šije, dosahujú z krčnej oblasti do oblasti trupu svojím úponom na trňových výbežkoch prvých hrudných stavcov. Tým je vytvorené funkčné spojenie medzi oboma systémami oblúkov. Vlastná váha a aktívne sklonenie hlavy oblúk narovňávajú, zatiaľ čo tetiva ho ohýba (zdvíhanie hlavy).

Poloha stredu hmotnosti tela (ťažisko tela) je dôležitým aspektom pre vysvetlenie udržovania rovnováhy tela stojaceho zvierat'a. Poloha ťažiska závisí na druhu zvierat'a, individuálne kolíše vo vnútri jedného druhu zvierat a je závislá na konštitúcii a rozložení hmotnosti. Ak sú hlava a krk zdvihnuté, posúva sa ťažisko kaudálne, ak je hlava sklonená, posúva sa kraniálne. I pohyb končatín môže posúvať ťažisko dopredu alebo dozadu (**König, Liebich, 2002**).

Rovnováha v stoji je udržiavaná iba vtedy, ak kolmica vedená ťažiskom tela prechádza pomysleným obdĺžnikom, ktorého rohy sú na pôdoryse vymedzené všetkými štyrmi končatinami. Tento bod sa u koňa nachádza v priesečníku mediálnej roviny s horizontálnou rovinou vedenou medzi ventrálnou a strednou tretinou trupu, hneď za mečovitou chrupavkou. Leží približne v úrovni stredu 12. rebra. Ťažisko leží bližšie k hrudným než panvovým končatinám. Váha tela teda nie je rozložená rovnomerne na všetky štyri končatiny (**Popesko, 1992**).

Podľa **Duška (2001)** hrudné končatiny nesú približne 56 % váhy tela a panvové iba 44 %, čím je zaťaženie predných končatín približne 1,16 až 1,52 krát ťažšie ako zadných. Dôvodom je fakt, že hlava a krk, ktoré majú veľkú hmotnosť, sú uložené ďaleko pred hrudnými končatinami.

3.2.3. Konštrukcia končatín

„Luk“ trupu sa opiera o štyri končatiny. Poloha ťažiska tela ukazuje, že hrudné končatiny sú ako v stoji, tak aj v pohybe viac zaťažené ako panvové končatiny. Hrudná končatina pritom zachytáva váhu, ktorá prichádza aj zozadu. Panvová končatina dodáva silu potrebnú na posunutie a pohyb dopredu.

Rôzna funkcia končatín je viditeľná i v rozdielnom pripojení končatín k trupu. Pokiaľ hrudná končatina je zavesená na svaly a šľachy, a tak flexibilne podopiera trup, panvová je spojená pevne so zadným koncom „luku“ v krížovej oblasti – iliosakrálnom kĺbe – čím je zaistený bezstratový prenos pohybového impulzu (König, Liebich, 2002).

3.2.3.1. Hrudníková končatina

Hrudná končatina sa podľa Duška (2001) skladá z pleca – teda lopatky a ramennej kosti, spojených v ramennom kĺbe, k hrudníku je upevnená svalstvom. Plní predovšetkým nosnú funkciu. Tento fakt dokazuje i redukcia kostí pletenca hrudnej končatiny, z ktorého je pri domácich cicavcoch vyvinutá iba lopatka. Lopatka je spojená s trupom na prednom konci „oblúku luku“ iba šľachovitými a svalovými štruktúrami (*symsarkóza*), podobne ako nosný popruch.

Nosnú funkciu hrudnej končatiny preberajú hlavne ventrálne pílovité svaly, medzi ktorými je zavesený hrudník. Hrudná časť tohto svalu so svojim vysokým podielom šľachovitých štruktúr veľmi vhodná k neseniu značnej váhy s vynaložením minimálnej svalovej práce. Takáto anatomická stavba svalu umožňuje zachytiť značnú tlakovú silu a nárazy, ktoré na hrudné končatiny pôsobia v stoji, prevažne však pri pohybe. Najväčšia sila pôsobí na končatiny pri doskoku.

Rotačný bod (*hypomochlion*) lopatky leží asi v strede pílovitého okraja lopatky. Kolmica, ktorá prechádza rotačným bodom, dosahuje stred nášľapovej plochy. Prechádza osou otáčania laktového kĺbu, proximálnym úsekom vretennej kosti kraniálne pod zápästným kĺbom až k stredu chodidlovej plochy. Zápästný kĺb, hlavná záprstná kosť, základný kĺb prstu i proximálny kĺb prstu (korunkový kĺb) sú uložené za kolmicou hrudnej končatiny. V stoji sú ramenné, laktové a základný kĺb prstu fixované vo svojich fyziologických uhloch. Zápästný kĺb musí byť fixovaný v uhle 180°.

Tým, že tieto kĺby zvierajú rôzne uhly, musí byť svalovina na každej strane kĺbu neustále jemne koordinovaná, aby udržala zviera v rovnováhe. V týchto svaloch dochádza ku rastu neunaviteľného kolagénneho väziva, ktoré tak znižuje zaťaženie svalov. Pohyblivosť kĺbov je zo statického hľadiska obmedzená tiež tuhými povrázkami a väzy i tvarom kĺbových plôch.

Tieto štrukturálne zvláštnosti výrazne prospievajú tomu, že u veľkých zvierat je pohyblivosť kĺbov končatín obmedzená na ohyb a natiahnutie (výnimku tvorí iba ramenný a krížový kĺb).

Na hrudnej končatine koňa je vyvinutý väzivovo-šľachovitý fixačný aparát, ktorý koňovitým umožňuje niesť váhu tela s minimálnym vynaložením svalovej práce. Tento aparát sa ako celok označuje „aparát bezúnavného státia“.

Kôň dokáže s týmto účinným zariadením stáť dlhšiu dobu bez toho, aby sa unavil. Pre dôkladný odpočinok je však nutné, aby si ľahol a uvoľnil tým všetky svaly.

Keby neexistoval mechanizmus, ktorý zabezpečuje fixáciu kĺbov, ohla by váha tela ramenný kĺb a úponom ventrálneho pílovitého svalu na pílovitý okraj lopatky. Proti tomuto pohybu však pôsobí izometrická kontrakcia nadhrebeňového svalu a ešte výraznejšie trojhlavý sval paže. V tomto svalu narastá napätie pri flexii ramenného kĺbu, ale iba vtedy, ak zviera stojí a preto nedochádza k flexii lakt'ového kĺbu.

Okrem izometrickej kontrakcie už spomenutých svalov, vrátane trojhlavého ramenného svalu, fixáciu kĺbov zabezpečujú predovšetkým väzivové súčasti oboch ohýbačov prstov. Tieto šľachovité štruktúry sú napínané pri hypertenzii sponkového kĺbu. Hlavy ohýbačov prstov pritom udržiavajú lakt'ový kĺb v jeho normálnej pozícii. Navyše sa postranné väzy upínajú na lakt'ovom kĺbe excentricky, čo spôsobuje, že k ohnutiu tohto kĺbu je najskôr nutné prekonať odpor. Tým je vytvorené ďalšie pasívne fixačné zariadenie, ktoré napomáha udržiavať normálne zauhlenie jednotlivých častí končatín bez vynaloženia energie.

Dlhé osy vretennej kosti a zápästia sú zvislo nad sebou a zápästný kĺb sa tak nachádza v uhle 180°. V tejto pozícii môže byť udržiavaný bez väčšej svalovej práce. Samovoľné natiahnutie uvedeného kĺbu neumožňuje šľachovitý pruh. Táto štruktúra vystupuje blízko pred úponom dvojhlavého svalu ramena ako silný, šľachovitý pruh zo svalového bruška a prechádza do dlhého vonkajšieho ňahovača zápästia. S úponovou šľachou tohto svalu končí povrchová šľachovina dvojhlavého svalu ramena na hlavnej záprstnej kosti a fixuje takto zápästný kĺb. Extrémne natiahnutie zápästného kĺbu nedovolí kaudálne väzy prídavných kostí zápästia a prídavné šľachy oboch ohýbačov prstov. Tieto šľachy sú udržiavané v napätí fyziologickou hypertenziou sponkového kĺbu.

Dôležitý podiel na pasívnom fixačnom aparáte končatiny má závesný aparát sponky, ktorý je vytvorený ako na hrudnej, tak na panvovej končatine. Skladá sa zo strednej časti, proximálnych väzov sezamských kostí, zo sezamských kostí a zo stredných a distálnych väzov sezamských kostí. Ich úlohou je zabrániť nadmernej hypertenzii sponkového kĺbu a pri pohybe pružne tlmiť maximálne zaťaženie končatiny (**König, Liebich, 2002**).

Funkciu závesného aparátu sponky podporujú šľachy oboch ohýbačov prstov. Prídavným väzom šľachy povrchového ohýbača prstov i prídavným väzom šľachy hlbokého ohýbača prstov sú odľahčené svalové brušá oboch ohýbačov. Pri natiahnutí sponkového kĺbu sa napína závesný aparát sponky a šľacha povrchového i hlbokého ohýbača prstov (**Černý, 2002**).

3.2.3.2. Panvová končatina

Osvalenie panvovej končatiny je mohutnejšie než na hrudnej končatine. Panvová končatina slúži prevažne k posunu trupu dopredu. Aby prenos tohto pohybového impulzu smerom dopredu bol účinný, je vytvorené pevné spojenie medzi panvou končatinou a trupom, ktorý predstavuje tuhý kĺb medzi krížovou kosťou a a panvou (krížovobedrový kĺb).

U koňa, podobne ako na hrudnej končatine, je i na panvovej končatine vytvorený aparát „bezúnavného státia“. Väzivovo modifikované svaly spoločne s kostrou, ktorá je tomuto prispôsobená, redukujú svalovú prácu, napr. pri nesení záťaže. Zaisťujú vzájomnú súhru pohybov kolenného a päťového kĺbu. Fixačné zariadenie chýba iba pri bedrovom kĺbe. K jeho fixácii je preto použitá svalová sila a energia. Kone, ktoré musia dlho stáť, prenášajú preto občas váhu z jednej panvovej končatiny na druhú.

Panvová končatina neposúva trup iba dopredu, ale tiež nesie a podopiera trup počas státia. Bedrový kĺb je dôležitým podporným bodom pre váhu celého tela. Zvislo pod týmto kĺbom sa nachádza kopyto. Spojovacia línia medzi bedrovým kĺbom a kopytom prebieha kaudálne od kolenného kĺbu a kraniálne od päťového, sponkového a korunkového kĺbu. Pre fixáciu kĺbov uložených distálne od bedrového kĺbu sú vytvorené šľachy, ktoré sú pri zaťažení počas státia udržiavané v stave napätia.

Pri flexii a extenzii kolenného kĺbu sa pohybuje čiaška po kladke stehnovej kosti. Pokiaľ sa pri silnom natiahnutí dostane cez proximálny okraj kĺbovej plochy

a súčasne mediálne, dochádza k jej fixácii nad mediálnym hrebeňom kladky stehnovej kosti. Pohyb čiašky mediálne vyvoláva kontrakcie krajčírskoho svalu, štíhleho svalu a poloblanitého svalu, ktoré sa spoločne upínajú na mediálny väz čiašky. Fixácia čiašky nad kladkou stehnovej kosti je umožnená vytvorením slučky, ktorá vzniká z mediálneho a stredného väzu čiašky spoločne s mediálnym chrupavkovitým výbežkom kolenného kĺbu. Tento proces sa tiež označuje ako proximálna fixácia kolenného kĺbu.

Na napnutí čiaškových väzov a nasadnutia čiašky na výbežok mediálneho hrebeňa kladky je kolenný kĺb udržiavaný extenznej pozícii.

Po uvoľnení fixácie je potrebné odľahčiť končatinu a nadvihnúť čiašku pomocou štvorhlavého svalu stehna. Súčasne sa čiaška za spoluúčasti dvojhlavého stehenného svalu dostáva laterálne naspäť do kladky stehnovej kosti.

Fixácia kolenného kĺbu úzko súvisí s fixáciou päťového kĺbu, ktorá je zabezpečená dvomi šľachovitými pruhmi prebiehajúcimi kraniálne a kaudálne od holennej kosti. Upínajú sa vždy na stehenné svaly a na podpätie, resp. pätu.

Kraniálny pruh je šľachovitý tretí lýtkový sval. Odstupuje na laterálnej hlavici stehnovej kosti a končí distálne na päte i podpätí. Na kaudálnej strane prebieha silne šľachovito pretkaný povrchový ohýbač prstov. Tento sval odstupuje kaudálne na stehnovej kosti medzi hlavami lýtkového svalu a má medziúpon na päťový hrboľ.

Šľachami sú oba kĺby, kolenný aj päťový, behom pohybu spojené. Z tohto dôvodu dochádza v oboch kĺboch k natiahnutiu alebo ohnutiu súčasne. Pohyb oboch kĺbov sa tak dá porovnať s reťazovou pílou.

Pojem „konštrukcia reťazovej pily“ sa v tejto súvislosti používa častejšie. Konštrukcia reťazovej pily sa uplatňuje predovšetkým v pohybe dopredu, pretože k natiahnutiu panvovej končatiny a tým posunutiu dopredu môže dôjsť rýchlejšie. V stoji sa napriek tomu napínajú šľachy pre fixáciu čiašky a znemožňujú tak ohýbanie kolenného a päťového kĺbu.

Na rozdiel od hrudnej končatiny zaujíma päťový kĺb panvovej končatiny zauhlené postavenie. Potrebuje preto silnejšie fixačné zariadenie, ktoré predstavuje šľachovitý povrchovým ohýbačom prstov. Stabilizácia základného kĺbu prstu a prstových kĺbov je zaistená, podobne ako na hrudnej končatine, závesným aparátom sponky a šľachami ohýbača prstov. Prídavné väzy hlbokého ohýbača prstov sú však vďaka všeobecne menšiemu zaťaženiu panvovej končatiny slabšie (König, Liebich, 2002).

Pozdĺžnu os trupu tvorí chrbtica. V pokoji svojou konštrukciou pripomína statický oblúk mosta, podpornými piliermi sú hrudníkové a panvové končatiny. Dorzoventrálne vlnenie chrbtice ovládajú svaly: vzpriamovač chrbtice, bedrovorebrový, trňový a najdlhší chrbtový sval – spôsobujú pri obojstrannom zmrštení lordotické prehnutie bedrového úseku chrbtice, kyfózu hrudníkového úseku a zdvíhanie krku, čím zväčšujú lordotický oblúk krčného úseku. Remenný sval krku a remenný sval hlavy sa zúčastňujú pri dvíhaní krku a hlavy.

Dlhý sval hlavy a dlhý sval krku ohýbajú dole krčný úsek chrbtice a posledný z nich napomáha splošteniu oblúka hrudníkového úseku a zúčastňujú sa aj na sploštení oblúka hrudníkového úseku v jeho kardiálnej polovici. Ako ohýbače chrbta pôsobia okrem iných aj priamy brušný sval spolu so šikmými svalmi brucha.

Ramenný dvíhač hlavy a kývač hlavy sa zúčastňujú predovšetkým na spúšťaní hlavy, ale pritom spôsobujú aj ohýbanie krku ventrálным smerom. Ramenný dvíhač hlavy spolupôsobí aj pri predvádzaní hrudníkovej končatiny. Súčasná kontrakcia svalov hrudníkovej steny spôsobuje statické spevnenie trupu. Pri pohybe sa prsné svaly zúčastňujú na hybnosti hrudníkových končatín a svaly rebier s bránicou ovládajú dýchanie.

Laterálne vlnenie chrbtice, ako aj torzné pohyby, ovládajú ako aj krátke svaly chrbtice, ale pri jednostrannom zmrštení aj jej dlhé svaly.

Vlnenie chvostovej chrbtice ovládajú dorzálne, laterálne a ventrálne svaly chvosta (**Popesko, 1992**).

3.3. Dynamika

3.3.1. Všeobecné predpoklady pohybu

Pohybový aparát sa skladá z kostí, chrupaviek, väzov, svalov a pomocných svalových orgánov. Pasívnu zložku pohybového aparátu tvorí kostrová sústava, kĺby a väzy. Aktívnou zložkou je svalová sústava, ktorej činnosť koordinuje somatické nervstvo. Zatiaľ čo kosti pôsobia ako páky, svaly sú hnacou silou, ktorá nimi pohybuje. Koordinačná funkcia somatických nervov spočíva v tom, že riadi súčasné zmrštenie ohýbačov a uvoľnenie ňahovačov zvlášť pri každom kĺbe. Pohybový aparát živočíšneho tela je dynamická konštrukcia, ktorá na rozdiel od mechanických konštrukcií vyznačuje tým, že všetky časti sú pohyblivé. Aparát má lokomočnú a ochrannú funkciu.

V rámci pohybovej funkcie telo vykonáva izolované pohyby jednotlivých častí a premiestňuje celý organizmus. V rámci ochranej funkcie pohybový aparát slúži na uschovanie a ochranu mäkkých orgánov látkovej a energetickej premeny, ďalej orgánov distribúcie, rozmnožovania, vnímania a riadenia.

Základným predpokladom pre určitý spôsob pohybu je špeciálna konštrukcia tela, ktorá sa prejavuje v postavení končatín, v usporiadaní chrbtice a v dĺžke proporcií kostí.

Hospodárske cicavce majú končatiny podstavené pod trupom, čo im umožňuje rýchly pohyb dopredu. U jednotlivých zoologických druhov je však v rôznom stupni vyvinutá pohybová špecializácia. Najvyššia špecializácia je u koňovitých (*Equidae*). Anatomicky sa demonštruje redukciou koncovej prstovej časti končatiny až na jediný prst s veľmi obmedzeným odtiahnutím, pronáciou a supináciou celých končatín. Výsledkom je bezpečná chôdza a beh v rovinatých terénoch s pevným podkladom (**Popesko, 1992**).

U mäsožravcov (*Carnivora*) možno hovoriť o mnohostrannom použití končatín. Majú štyri až päť prstov a značnú schopnosť priťahovania, odťahovania, pronácie a supinácie. Okrem chôdze, behu a skoku používajú mäsožravce svoje končatiny na obranu, útok a lov, pri manipulácii s korisťou, na šplhanie, lezenie, hrabanie a hranie (**Popesko, 1992**).

3.3.2. Vlnenie chrbtice

Zásadný význam pre pohyb celého tela všetkých stavovcov má pohyblivosť chrbtice. Zabezpečujú ju pohyblivé spojenia medzi telami stavcov a medzistavcové kĺby. Určujúcim morfológickým predpokladom pohyblivosti chrbtice je postavenie kĺbových plôch, ktoré môže byť dorzocylindrické alebo ventrocylindrické. U cicavcom majú krčné stavce dorzocylindrické postavenie, väčšina hrudníkových stavcov ventrocylindrické postavenie a zvyšok hrudníkových a všetky bedrové majú dorzocylindrické postavenie kĺbových plôch. Prechody medzi dorzocylindrickým a ventrocylindrickým postavením zabezpečujú stavce, ktoré sa od ostatných stavcov líšia tým, že ich kraniálne a kaudálne kĺbové plochy nemajú súhlasné postavenie.

U plazov a vtákov chrbtica vykazuje „postupné vlnenie“, zatiaľ čo na predkrížovej časti chrbtice u cicavcov „stojaté vlnenie“. Pohyb po zemi pomocou „stojatého vlnenia chrbtice“ je rýchlejší. Chvost cicavcov sa vlní „postupným vlnením“.

Kôň a hovädzí dobytok majú najkratší bedrový úsek chrbtice. Tieto zoologické druhy vo svojej prírodnej forme patria medzi vytrvalých chodcov a klusákov.

U mäsožravcov je hrudníkový úsek tiež najkratšou časťou, ale bedrový úsek je vždy dlhší než krčný a dĺžka bedrového úseku preyšuje dĺžku hrudníkového úseku o 50° - 130°. Sú to lovci, ktorí napádajú svoju korisť skokom. Prítom aj na proporciách chrbtice je výrazný rozdiel medzi psovými mäsožravcami, ktorú svoju korisť štvú, a medzi mačkovitými mäsožravcami, ktorý dlhodobý beh nepoužívajú (Popesko, 1992).

3.3.3. Dĺžkové pomery na končatinách

Súčet dĺžok kostí panvovej končatiny je vždy väčší než súčet dĺžok kostí hrudníkovej končatiny.

U vytrvalých chodcov a klusákov, ako sú kôň a osol, je kostra panvovej končatiny len o 10-12% dlhšia než kostra hrudníkovej končatiny. Ďalším charakteristickým znakom je, že najdlhšími kosťami na hrudníkovej končatine je vretenná kosť a na panvovej končatine stehnová kosť. Na druhom mieste je ramenná a holenná kosť, potom zápästie, záprstie a prsty.

Pre mnohostranne použiteľné končatiny veľkých mačkovitých mäsožravcov je typické, že prsty majú dlhšie než záprstie. Domáca mačka, pes a gepard majú na končatinách podobné vzťahy ako domáce prežúvavce (najdlhšia vretenná na

hrudníkovej končatine a holenná na panvovej, potom ramenná, stehnová, zápästie, zápästie a prsty) (**Popesko, 1992**).

3.3.4. Pohyby končatín

Každá končatina sa pohybuje vo dvoch fázach – fáza podporná a fáza kmitu. Podporná fáza sa začína došliapnutím kopyta a končí jeho zdvihnutím, v priebehu podpornej fázy je lopatka alebo príslušná polovica panvy v stave aktívneho posunu. Podporná fáza má tri po sebe nasledujúce deje: došliapnutie, končatina v plnom zaťažení, odraz.

Fáza kmitu sa začína odrazom a končí došliapnutím. Vo fáze kmitu sa končatina predvádza tak, že kopyto opisuje nad podložkou nízky, nie úplne pravidelný oblúk. Pohybuje sa dvojnásobnou rýchlosťou, než je rýchlosť trupu. V priebehu fázy kmitu je lopatka alebo príslušná polovica panvy v stave pasívneho posunu.

Výsledkom pohybov končatín je posun celého tela. Pohyb dopredu vychádza vždy od panvových končatín (**König, Liebich, 2002**).

3.3.4.1. Hrudníková končatina

Hrudná končatina sa pri pohybe predovšetkým nesie a podopiera trup posúvaný dopredu panvovými končatinami. Na konci tejto pohybovej fázy je končatina viac alebo menej odľahčená, zdvíha sa a kmitá dopredu (fáza kmitu). Pletenec hrudnej končatiny je v tomto okamihu mierne nadvihnutý a kĺby sú ohnuté (v dôsledku kontrakcie ohýbačov kĺbov), aby sa končatina skrátila. Skrátaná končatina kmitá pôsobením ramenného dvíhača hlavy dopredu. Lichobežníkový sval a plecovobočníkový sval podporujú tento pohyb otáčaním lopatky v jej rotačnom bode na prechode proximálnej a strednej tretiny. Pritom sa distálne koniec lopatky pohybuje kraniodorzálne, kaudálny uhol kaudoventrálne. Ku koncu kmitu sú kĺby opäť natiahnuté (trojhlavý sval ramena, dlhé naťahovače zápästia a naťahovače prstov).

Končatina sa týmto procesom opäť predlžuje a dotýka sa šikmo vpredu povrchu. V tej chvíli je zahájená fáza podoprenia, v ktorej sa telo znovu preválí pri natiahnutej končatine cez kĺb. Natiahnutie lakťového kĺbu zaisťuje predovšetkým mohutný trojhlavý ramenný sval. Ramenný kĺb má na starosť tento ramenný sval, ktorý prostredníctvom povrchovej šľacha dvojhlavého svalu ramena udržuje

v extenzii aj zápästný kĺb. Trup je behom posunu dopredu nadvihnutý, sponkový kĺb sa dostáva do ešte viac hyperextenzívneho postoja.

Behom fáze podoprenia je lopatka otáčaná do protismeru – najširší sval chrbta a prsnými svalmi na jednej a kosoštvorcový sval na druhej strane pritom ťahať distálny koniec lopatky kaudoventrálne a bázu lopatky kraniodorzálne. Krátko pred nadvihnutím prsta sú uvoľnené šľachy povrchového ohýbača. Tým je hlboký ohýbač prstov so svojimi prídavnými väzmi maximálne natiahnutý, čo má za následok okamžité natiahnutie prstu pri nadvihnutí končatiny (König, Liebich, 2002).

3.3.4.2. Panvová končatina

Pohybový proces panvovej končatiny zodpovedá v podstate pohybu hrudnej končatiny. Silnejšie osvalená panvová končatina však dokazuje, že zadný pár končatín zásadným spôsobom ovplyvňuje pohyb dopredu behom pohybu.

Na začiatku fáze kmitu sú pri nadvihnutí prstov ohýbané všetky kĺby (ohýbače panvovej končatiny). Potom kmitá končatina ťahom napínača širokej pokrývky, sedacích svalov, krajčírskoho a bedrovostehnového svalu dopredu. Bedrovostehnový sval a hlboké panvové svaly vedú končatinu šikmo dopredu a na stranu, pokiaľ je tento proces obmedzený mediálnymi svalmi stehna. Týmto protitťahom mediálnych stehnových svalov zostáva bod našliapnutia naťahujúcej sa končatiny blízko strednej roviny.

Tieto pohybové procesy slúžia ako príprava k našliapnutiu končatiny, ktorého sa zúčastňujú všetky naťahovače končatiny. Zvláštny význam v tomto procese má štvorhlavý sval stehna, ktorý fixuje kolenný kĺb.

Tlak pre pohyb tela dopredu behom fázy podperu vzniká energetickou kontrakciou naťahovača bedrového kĺbu (hlavne sedacie svaly), kolenného kĺbu (štvorhlavý sval stehna) a päťového kĺbu (štvorhlavý sval stehna). Prsty sú ťahom povrchového a hlbokého ohýbača prstov pritlačené k podložke. Kaudálne stehenné svaly (dvojhlavý sval stehna, pološľachovitý sval, poloblanitý sval) pritom výrazne podporujú tento pohyb tým, že ťahajú kolenný kĺb dozadu. V skutočnosti ale ide len o relatívny pohyb, pretože kopyto prilahne k nekĺzavej podložke, ale trup je posunutý dopredu. Tieto svaly nielen naťahujú kolenný kĺb, ale svojimi päťovými šľachami i päťový kĺb. Z tohto dôvodu sa telo dokáže vymrštiť dopredu, najmä pri rýchlejších chodoch (König, Liebich, 2002).

3.3.4.2.1. Cval a trysk koňa, beh mačky

Cval je usilovný rýchly pohyb, ktorý bylinožravcom umožňuje uniknúť z miesta nebezpečenstva a mäsožravcom dosiahnuť korisť. U koňa sa rozoznávajú stredný, krátky a závodný cval alebo trysk.

Stredný cval je diagonálny trojtaktný spôsob pohybu, keď po každej trojici úderov nasleduje krátky skok. Dĺžka kroku sa pohybuje okolo 3 m, rýchlosť 10 -20 km/h. Závodný cval je diagonálne štvortaktná forma pohybu s krátkym skokom (obr.4). Dĺžka kroku je 4-5 m a rýchlosť v teréne 30 km/h. Kôň na závodnej dráhe dokáže bežať asi 1000 m a rýchlosťou 60-70 km/h.

Krátky skok je skok, pri ktorom sa hrudníková končatina odráža od zeme ako posledná a ako prvá dopadá na zem pri doskoku panvová končatina (obyčajne diagonálna).

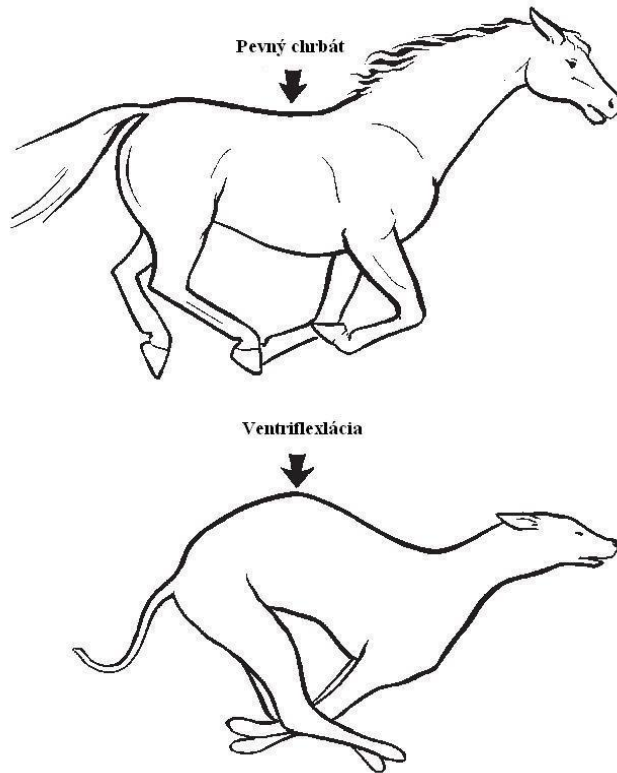
Dlhý alebo prekážkový skok je skok, pri ktorom sa panvová končatina odráža od zeme ako posledná a ako prvá pri doskoku dopadá na zem hrudníková končatina obyčajne diagonálna). Mačkovité mäsožravce sa pri skoku z miesta odrážajú súčasne oboma panvovými končatinami a dopadajú na obe hrudníkové končatiny (obr.2). Skoro súčasnú odraz panvových končatín býva niekedy v cvale voľne žijúcich prežúvavcov, mäsožravcov a zajacovitých (**Popesko 1992**).

Trysk u mäsožravcov sa líši od trysku koňa tým, že tieto zvieratá striedajú vždy jeden krátky skok s jedným dlhým a tým na krátkych tratiach dosiahnu rýchlosť 80-100 km/h.

Z tohto by sa dalo usudzovať, že rýchlosť pohybu koňovitých a mäsožravcov sa líši iba vo frekvencii a dĺžke kroku. Ale závisí tiež na dĺžke končatiny – a dlhé kosti končatiny nie je možné neustále naťahovať. U dobrých bežcov zostávajú v kontakte s povrchom iba dva prsty. Okrem toho rýchlosť ovplyvňujú kĺby. Napríklad srnec a daniel majú v relatívnom meradle rovnako dlhé končatiny. Kĺby prednej a zadnej končatiny srnca v celkovom súčte umožňujú ohyb 285°, resp. 315°, zatiaľ čo u daniela je to iba 255° a 295°. Napríklad tento zdanlivo drobný rozdiel sa prejavuje maximálnou rýchlosťou viac ako 80 km/h u srnca a okolo 70 km/h u daniela.

Ďalšou metódou, ako robiť dlhé kroky, je mať ohybnú chrbticu (obr.2). Kôň je oproti gepardovi omnoho väčší a a obaja sú dobre prispôsobení na beh. Na základe telesnej veľkosti by sa dalo očakávať, že kôň bude rýchlejší ako gepard. Chrbtica koňa ale nie je príliš ohybná, a na rozdiel od geparda ho núti k častejšiemu kontaktu s povrchom, a teda k pomalšiemu pohybu. Okrem toho ohybná chrbtica geparda

umožňuje okrem letu s končatinami pod telom (ktorá je aj u koňa), i zvláštnu fázu letu s natiahnutými končatinami. Pohyb chrbtice pridáva gepardovi na rýchlosti asi o 10 km/h. Za 2 sekundy dosiahnu rýchlosť až 72 km/hod a môžu dosiahnuť rýchlosť až 113 km/hod (**Charman, 1999**).



Obr.2 [Vyklenutie chrbta bežiaceho koňa]
(Komárek, 2003)

Organizmus jednoducho nemôže byť prispôsobený dvom rozdielnym pohybom. Parametre sú ovplyvnené najmä životnou stratégiou živočicha a ak sa pri koňovi posudzuje chôdza a beh z energetického hľadiska, logicky by sa dalo usúdiť, že s rastúcou rýchlosťou musia narastať aj energetické náklady. Cval koňa však pri nad 1,7 m/s je energeticky menej nákladný ako rovnako rýchla chôdza a pri rýchlosti 4,6 m/s je lepšie cválať ako klusáť (**Čepička, 2005/2006**).

3.2.4. Kostí hrudnej končatiny koňa a mačky

3.2.4.1. Kostra paže

Kostra paže tvorí proximálny úsek (*stylopodium*) hrudnej končatiny. Je tvorená iba jednou kosťou paže (ramenná kosť). Obdobie vzniku a zrastania osifikačných centier je pre jednotlivé druhy zvierat rozdielny. Údaje sú uvedené v tabuľke 1.

Tab. 1

[Obdobie vzniku a zrastania osifikačných centier na epifýze kosti paže
(podľa Ghetie, 1971)]

Druh	Vznik	Zrastanie	
		Distálne	proximálne
Kôň	stred 2.mesiaca gravidity	15-18 mesiac	3 ½ roka
Šelmy	4. týždeň gravidity	6-8 mesiac	1-1/2 roka

Na ramennej kosti je možné rozlíšiť tri hlavné úseky –hlavicu, telo a kladka ramennej kosti. Telo ramennej kosti je na laterálnej ploche vyhlbené do širokej brázdy ramenného svalu, ktorá prechádza do deltovitej drsnatiny, od ktorej sa proximálne tiahne hrebeň ramennej kosti (Massanyi 1992). Rozdiely v anatomickej stavbe kostí uvádza nasledujúca tabuľka :

Tab. 2

[Rozdiely v anatomickej stavbe kostí kostry paže (König, Liebich, 2002)]

	mačka	kôň
Hlavica ramennej kosti	zreteľne oddelená krčkom	oddelená krčkom, menej výrazne
Šľachový žliabok medzi veľkým hrbolčekom a malým hrbolčekom	-	rozdelený stredným hrbolčekom na dve časti
Veľký hrbolček	nie je rozdelený	rozdelený na prednú a zadnú časť
Mediálne uprostred tela ramennej kosti	hrebeň menšieho hrbolčeka	hrebeň väčšieho hrbolčeka
Kladka ramennej kosti	kĺbová plocha rozdelená na dva úseky – väčšia a menšia mediálna kĺbová kladka	na kladke sú vytvorené vodiace hrebene

3.2.4.2. Kostí predlaktia

Kvôli prehľadnosti sú rozdiely uvedené v tabuľke 3.

Tab. 3

[Rozdiely v anatomickej stavbe kostí predlaktia (König, Liebich, 2002)]

	mačka	kôň
Lakt'ový kĺb	kladka ramennej kosti dolieha mediálne na lakt'ovú kosť	kladka ramennej kosti sa opiera len o silnú vretennú kosť
Obvod hlavice vretena, plocha prebiehajúca ako ráfik po hlavici vretenej kosti)	umožňuje rotáciu predlaktia	nemá žiadnu funkciu
Pre úpon kĺbových väzov	laterálne sa nachádza lakt'ový zárez	laterálne vytvorený výbežok lakt'ovej kosti
Vretenná kosť	slabšia	silnejšia

Najmä vretenná a lakt'ová kosť prebiehali behom fylogény rôznym vývojovým procesom, s tým súvisí aj splynutie osifikačných centier vretenej a lakt'ovej kosti, ktoré sú uvedené v tabuľke 4:

Tab. 4

[Obdobie vzniku a zrastania osifikačných centier na lakt'ovej kosti (podľa Ghetie, 1971)]

	vznik	vedľajšie centrá			
		proximálne		distálne	
		vznik	zrastanie	vznik	zrastanie
kôň	2.mesiac gravidity	8.-9. mesiac gravidity	5.-18.mesiac	8.mesiac	3 ½ roka
mačka	4.týždeň gravidity	koniec 1.mesiaca	8.-9. mesiac	koniec 1.mesiaca	1 -½ roka

Na lakt'ovej kosti sa rozlišujú 3 úseky – proximálny koniec s okovcom, telo a distálny koniec lakt'ovej kosti. Kostí predlaktia sú členené na proximálny rad, ktorý sa kĺbom spojuje v proximálnom zápästnom kĺbe a lakt'ovú a vretennú kosť, v distálnom zápästnom kĺbe so záprstnými kosťami. Jednotlivé zápästné kosti sú vytvorené druho rozdielne. Rovnako počas fylogény dochádzalo k redukcii počtu záprstných kostí.

Tab. 5**[Rozdiely v anatomickej stavbe kostí predlaktia (König, Liebich, 2002)]**

	mačka	kôň
Spojenie hlavice lakt'ovej kosti s vretennou kosťou	Prostredníctvom kĺbovej plochy	Distálna časť vretennej kosti je začlenená ako do vretennej kosti
Zápästné kosti	7 + môžu byť založené 1 alebo 2 sezamské kosti	7-8
Záprstné kosti	Tretí a štvrtý výbežok najsilnejší (hlavné zápr.kosti), druhý a piaty výbežok sú skrátené (vedľajšie zápr.kosti), jednotlivé kosti ležia blízko vedľa seba a tvoria kĺbové plôšky pre vzájomné spojenie	Os jedinej záprstnej kosti (tretí výbežok) zodpovedá osi končatiny táto kosť nesie celú váhu tela
Kosti prstov - počet	5	1

Rozdiely v počte a prispôsobení záprstných kostí a kostí prstov pletenca hrudnej končatiny by som nechcela v tejto časti detailne rozoberať, i keď majú vplyv na dynamiku a statiku porovnávaných druhov, vplyvom fylogény došlo k úplne odlišnej špecializácii (kopyto, labka).

3.2.4.3. Spojenie hrudnej končatiny s trupom

Podľa **Massanyiho (1992)** spojenie hrudníkovej končatiny umožňujú spojenie končatiny s trupom a spojenie kostí končatiny navzájom. Hrudná končatina je spojená s trupom pomocou svalov a šliach (*symsarkóza*) – rozdiely uvádza tabuľka 6.

Tab. 6**[Rozdiely v spojení hrudnej končatiny s trupom (König, Liebich, 2002)]**

	mačka	kôň
Rozsah pohybu ramenného kĺbu	Ohyb a natiahnutie do uhlu 120°, vonkajšia rotácia do 45°, vnútorná do 35°	V dôsledku valcovitého tvaru ramennej kosti takmer nemožné pohyby do strán
Kĺbové púzdro ramenného kĺbu	Okrem dvoch kraniálnych výčnelkov existuje aj veľký kaudiolaterálny	Člení sa na tri kraniálne a dva kaudiolaterálne výčnelky
Rozsah pohybu lakt'ového kĺbu	Uhol natiahnutia a ohnutia až do 140°	Prakticky znemožnené pohyby do strán
Proximálny zápästný kĺb	Usporiadanie kĺbových plôch umožňuje významnú flexiu a extenziu, ale tiež odťahovanie a priťahovanie, nie však rotáciu	Kĺb má charakter striedavého kĺbu (<i>ginglymus</i>) a dovoľuje pohyb v uhle 90°

Spojeniami záprstných kostí sa v tejto práci nechcem zaoberať z dôvodov uvedených v kapitole 1.3.2.

3.2.4.4. Pletenec hrudnej končatiny

Pletenec hrudníkovej končatiny je tvorený krkavčou, kľúčnou kosťou a lopatkou. Spája hrudnú končatinu s trupom (Massanyi 1992). Rozdiely v stavbe a osifikácii uvádzajú tabuľky 7 a 8.

Tab. 7

[Rozdiely v anatomickej stavbe kostí pletenca hrudnej končatiny, (König, Liebich, 2002)]

	mačka	kôň
kľúčna kosť	plochá, zľahka ohnutá, 2-5 cm, nie je spojená s kosťou	namiesto nej je vytvorený väzivový pruh (<i>intersectio clavicularis</i>)
lopatková chrupavka	prečnieva cez chrbát a dosahuje až ku kohútiku	iba ako úzky chrupavkový prúžok

Tab. 8

[Obdobie vzniku a zrastania osifikačných centier na lopatke (podľa Ghetie, 1971)]

	hlavné centrá vznik	Tuber spinae scapulae			
		zobákovitý výbežok		vznik	zrastanie
		vznik	zrastanie		
kôň	2.mesiac gravidity	7. mesiac gravidity	10.-12.mesiac	po narodení	4. rok
mačka	4.týždeň gravidity	2.mesiac gravidity	5.-8. mesiac	-	-

3.2.5. Svaly hrudnej končatiny koňa a mačky

V dôsledku fylogenetických redukčných procesov na kostre končatín došlo tiež k výrazným štrukturálnym zmenám v stavbe svalov. Končatiny a ich časti, ktoré zabezpečujú energetický pohyb dopredu, beh alebo skákanie, boli dostatočne vybavené kostrovými svalmi, časti, ktoré majú opornú funkciu, príp. zabezpečujú oporu pri pohybových procesoch, obsahujú väčší podiel šliach.

Svaly hrudnej končatiny sa delia na svaly pletenca hrudnej končatiny, uložené medzi trupom a končatinou, a na vlastné svaly hrudnej končatiny. Vlastné svaly končatiny ovládajú jeden alebo viac kĺbov danej končatiny. Svaly pletenca hrudnej končatiny slúžia k svalovému pripojeniu hrudnej končatiny k trupu. Toto prepojenie vytvára zložitý nosný aparát vo forme dynamického pružného popruhu, ktorý dovoľuje ako statickú fixáciu končatiny, tak umožňuje i pohybový proces cvalového skoku alebo energetického pohybu na stranu (**König, Liebich, 2002**).

Svaly pletenca hrudnej končatiny odstupujú na krku, chrbte a bokoch a ventrálnej strane hrudníku a trupu a upínajú sa na lopatku a ramennú kosť. V týchto oblastiach kryjú svaly pletenca trup a určujú vonkajší tvar oblastí krku a hrudníka. Podľa svojej polohy sú svaly pletenca hrudnej končatiny rozdelené na povrchovú a hlbokú vrstvu (**Kresan, 1979**).

Povrchové svaly pletenca hrudnej končatiny spájajú končatinu s trupom, pohybujú končatinami, trupom, krkom a hlavou. Rozlíšiť sa dajú svaly: lichobežníkový sval, pravý a ľavý kývač hlavy, najširší chrbtový sval a prsné svaly, ramenný dvíhač hlavy, kývač hlavy, plecovobočníkový sval (**König, Liebich, 2002**).

Lichobežníkový sval je široký, plochý sval, ktorý leží na povrchu a odstupuje dorzomediálne na šíju, je oddelený šľachovitým prúžkom na kohútiku, resp. v kraniálnej oblasti chrbta, upína sa na lopatku. U šeliem je to tenký sval, ktorý odstupuje od 3. krčného stavca až ku 9. hrudnému stavcu na šíji a na nadčtŕňovom väze. Krčná časť sa upína na voľný okraj hrebeňa lopatky splýva s plecovobočníkovým svalom. Hrudná časť je spojená s hrudníkovodrieková fascia, plošná úponová šľacha sa upína proximálne na hrebeň lopatky. U koňa je lichobežníkový sval plochý a tenký, viditeľne nepatrný (**Massanyi, 1992**).

Kývač hlavy prebieha od hrudnej kosti smerom k hlave, kde sa delí, v závislosti na druhu zvierat – hrudníkový dvíhač hlavy a hrudníkový vystierač hlavy majú len šelmy, sťahovač sánky majú kone.

U šeliem odstupujú hrudníkový dvíhač hlavy a hrudníkový vystierač hlavy spoločne s obojstrannými svalmi na rukoväť hrudnej kosti a oddeľujú sa od seba asi v polovici krku.

Ramenný dvíhač hlavy je rozdelený – jeho distálna časť, kľúčková časť ramenného dvíhača hlavy nahradzuje kľúčnu kosť. Proximálna časť prebieha k hlave a ďalej delí podľa rôznych miest úponov. U všetkých savcov sa vyskytuje ramenný napriamovač hlavy, u šeliem navyše ramenný dvíhač krku. U šeliem prebieha ramenný dvíhač hlavy do šľachovitého vpisu, ktorý je v mieste kľúčnej kosti (resp. rudimentárnej kľúčnej kosti) cez ramenný kĺb medzi ramenným svalom a trojhlavým svalom ramena ku kladke ramennej kosti. Jeho kraniálnym pokračovaním je ramenný napriamovač hlavy, ktorý vedie až k výbežku spánkovej kosti. Ramenný vzpriamovač hlavy leží v povrchovej rovine pod kožnými svalmi, odstupuje aponeuroticky z mediánnej línie šije a vstupuje do kľúčkovej časti ramenného dvíhača hlavy, pričom sa postupne zužuje.

U koňa okrem kľúčkovej časti ramenného dvíhača hlavy je vytvorený ešte ramenný napriamovač hlavy. Ako časť kľúčkovej časti ramenného dvíhača hlavy sa upína ramenný napriamovač na spánkovej kosti, je spojený s krátkymi a dlhými svalmi medzi nosičom a lebkou.. V žliabku medzi krkom a lopatkou sa spája s plecovočovníkovým svalom. Oba tieto svaly kryjú ako silné, ploché svaly ramenný kĺb kraniolaterálne. Ako kľúčková časť ramenného dvíhača hlavy sa upína tento sval distálne od drsnatiny ramennej kosti na kladku ramena. Svojím ventrálным okrajom ohraničuje z dorzálnej strany hrdelnicový žliabok a na prednej časti prs tvorí laterálny okraj postrannej prsnej brázdy.

Plecovočovníkový sval spojuje ako silnejší svalový pruh krídlo atlasu, resp. priečny výbežok 2. krčného stavca, s hrebeňom lopatky. Jeho dorzálny okraj sa spojuje s krčnou časťou lichobežníkového svalu. U koňa splyva s ramenným napriamovačom hlavy.

Najširší sval chrbta pochádza plošne z hrudníkovodriekovej fascie a prikladá sa na hrudník a bočnú stenu trupu. Jeho vlákna prebiehajú kraniolaterálne pozdĺž kaudálneho okraja lopatky. Pri šelmách existujú ešte odstupové miesta na bedrových a posledných hrudných stavcoch i na rebrách prostredníctvom

hrudníkovodriekovej fascie. Jeho kranioventrálne koncové vlákna vstupujú pod trojhlavým svalom ramena, aponeuróza splýva s úponovou šľachou väčšieho oblého svalu a upína sa na veľký oblý sval a na veľký hrbček ramennej kosti. U koňa je to silný sval, ktorý odstupuje od nadtŕňového väzu kraniálnych hrudných stavcov až po posledné bedrové stavce a z hrudníkovodriekovej fascie.. Úponová šľacha najširšieho svalu chrbta sa spája s pokrývkou predlaktia a so šľachou väčšieho oblého svalu a upína sa na veľký oblý sval.

Povrchové prsné svaly tvoria ventrálnu časť silného svalového spoja medzi trupom a hrudnou končatinou. Rozlišujeme zostupné prsné svaly- upínajú sa na veľký hrbček ramennej kosti, priečny prsný sval vystupuje do predkolennej jamky. U šeliem je dlhý, pruhovitý zostupný prsný sval nezreteľne oddelený od silnejšieho transverzálneho prsného svalu. Tieto svaly prebiehajú spoločne cez dvojhlavý sval ramena ku veľkému hrbolčeku ramennej kosti..

Hlboké svaly pletenca hrudnej končatiny slúžia ako nosný svalový aparát, pomocou ktorého je trup udržiavaný medzi obom hrudnými končatinami. Rozlišujú sa tu svaly: zostupný prsný sval, podkľúčnokost'ový sval, kosoštvorcový sval a ventrálly pílovitý sval.

Zostupný prsný sval je silný sval, ktorý odstupuje na hrudnej kosti, na rebrových chrupavkách a v oblasti mečovej chrupavky. Upína sa na proximálnu časť ramennej kosti, mediálne alebo laterálne – u šeliem je vytvorená mohutnejšia hlboká a menšia povrchová časť, ktoré odstupujú spoločne na celej hrudnej kosti. Svalové vlákna prebiehajú kraniolaterálne a upínajú sa mediálne na ramennú kosť, na malý hrbolček. Zakrýva ich priečny prsný sval. Laterálne koncová vetva ústi do aponeurózy dvojhlavého svalu ramena a končí na veľkom hrbole ramennej kosti.

U koňa je tento sval veľmi silný, odstupuje po bokoch hrudnej kosti, na rebrových chrupavkách, prostredných rebrách a na žltej brušnej fascii. Upína sa mediálne na nadkľbový hrbolček, jeho laterálna vetva na veľký hrboľ ramennej kosti.

Podkľúčny sval odstupuje u koňa ako silný sval na II., resp. IV. rebrovej chrupavke, prebieha nad ramenným kĺbom a splýva s aponeurózou nadtŕňového svalu. Rysuje sa cez kožu a zmenšuje tak brázdou medzi krkom a lopatkou. Tento sval u šeliem chýba.

Kosoštvorcový sval – jeho krčná časť odstupuje na trňových výbežkoch krčných stavcov a hrudná časť od trňových výbežkov 6. (9.) hrudného stavca. Podieľa sa na osvalení šije a kohútikovej časti trupu, upína sa na chrupavke na dorzálnej strane lopatky.

Ventrálny pílovitý sval predstavuje najdôležitejší sval, ktorý zadržiava trup medzi oboma hrudnými končatinami. Sval je ako celok rozprestretý vejárovito do plochy. Rozlišuje sa na ňom kraniálny – krčná časť ventrálneho pílovitého svalu a hrudníková časť ventrálneho pílovitého svalu. Krčná časť svalu odstupuje od priečnych výbežkov chrbtových stavcov, jeho hrudný úsek na prvých 7 (až 10) rebrách. Silné, u koňa šľachovito pretkané svalové brušká sa zbiehajú k mediálnej ploche lopatky a upínajú sa mediálne na chrupavke lopatky.

Vlastné svaly hrudnej končatiny, vo funkčnej súhre s väzmi a kĺbmi, pohybujú jednotlivými časťami hrudnej končatiny. Predovšetkým ňahujú a ohýbajú kĺby, môžu však tiež vykonávať obmedzené rotačné, odťahovacie a priťahovacie pohyby. Vlastné svaly hrudnej končatiny reprezentujú svaly ramenného kĺbu, svaly laktového kĺbu a skupina svalov zápästia a prstov hrudnej končatiny.

Všetky svaly ramenného kĺbu odstupujú na lopatke a upínajú sa proximálne na laktovej kosti. Funkčne sú to ňahovače a ohýbače. Sú dostatočne pretkané šľachami, čím slúžia ako kontraktilné väzy kĺbu (obr.5).

Laterálne lopatkové svaly predstavujú nadhrebeňový sval, podhrebeňový sval, deltový sval a malý oblý sval. Nadhrebeňový sval odstupuje od nadhrebeňovej jamy, vyplňuje ju a čiastočne prečnieva. Distálne prechádza cez stranu ramenného kĺbu a upína sa druho rozdielne na veľký hrboľ ramennej kosti. U šeliem je úponová šľacha jednotná, silná a krátka.

U koňa je nadhrebeňový sval silný, rysuje sa pod kožou. Odstupuje od chrupky lopatky, nadhrebeňovej jamy a hrebeňa lopatky. V úrovni nadkĺbového hrboľčeka sa delí na dve svalové ramená, ktoré obaľujú odstupovú šľachu dvojhlavého svalu ramena, pevne sa spájajú s kĺbovým puzdrom a upínajú sa na veľký hrboľ, resp. malý hrboľček laktovej kosti. Nadtrňový sval ňahuje a fixuje ramenný kĺb.

Podhrebeňový sval odstupuje plošne až na podhrebeňovú jamu a na hrebeň lopatky. Vyplňuje podhrebeňovú jamu a prebieha laterálne cez ramenný kĺb. Upína sa distálne od veľkého hrboľa ramennej kosti. U šeliem prečnieva tento

sval cez kaudálny okraj lopatky, jeho úponová šľacha je podložená ťahovým vačkom. U koňa je podhrebeňový sval silný, šľachovitý a je pokrytý odstupovou aponeurózou deltového svalu. Jeho slabšia, hlboká vetva sa upína na veľkom hrbolčeku ramennej kosti. Jeho silnejšia povrchová vetva prechádza ako silná šľachovitá platnička k laterálnej strane ramennej kosti distálne od veľkého hrbolu ramennej kosti. Táto časť je podložená pomocou podšľachového vačku podtrňového svalu.

Deltovitý sval je plochý sval, ktorý leží tesne pod kožou, resp. pod kožnými svalmi lopatky. Je napnutý medzi hrebeňom lopatky a deltovitej drsnatiny. U šeliem je odstup na deltový sval rozdelený na dve časti

U koňa odstupuje deltovitý sval aponeuroticky jednotne na hrebeň lopatky na kaudálnom okraji lopatky a upína sa na deltovitú drsnatinu. Odstup na deltovitý sval je aponeuroticky spojený s nadhrebeňovým svalom.

Deltovitý sval ohýba ramenný kĺb a zúčastňuje sa, najmä pri šelmách, odťahovania a rotácie hrudnej končatiny. Malý oblý sval je oblý iba pri šelmách, leží pod deltovým svalom a kaudiolaterálne od ramenného kĺbu. Ohýba ramenný kĺb.

Medzi mediálne svaly lopatky patrí veľký oblý sval, kĺbové puzdro ramena, podlopatkový sval a zobákovo-ramenný sval. Veľký oblý sval je dlhý, plochý sval, ktorý prebieha cez ramenný kĺb k veľkému hrbolčeku (kôň) resp. na hrebeň menšieho hrbolčeka (šelmy). U mačky je silný a spojuje sa s úponovou šľachou najširšiemu svalu chrbta. Ohýba ramenný kĺb a pôsobí v malom rozsahu ako priťahovač končatiny.

Kĺbový sval sa vyskytuje iba u koňa. Leží priamo na kĺbovom puzdre ramenného kĺbu a napína ho. Podlopatkový sval je šľachovitý plochý sval, ktorý odstupuje od podlopatkovej jamy, prebieha cez ramenný kĺb, pod zobákovo-ramenný sval a upína sa na malý hrbolček ramennej kosti. Vypĺňa podlopatkovú jamu, prečnieva cez okraj lopatky a spojuje sa s veľkým oblým svalom. Je nápadne spevnený šľachovitými platničkami. Podlopatkový sval nahrádza ako kontraktilný väz ramenného kĺbu a je súčasne naťahovačom, môže však napomáhať i ohýbaniu. Zobákovoramenný sval je plochý sval, ktorý odstupuje na zobákovitom výbežku, prilieha mediálne k ramennému kĺbu a vejárovito sa rozprestiera až ku svojmu úponu na kraniomediálnej ploche ramennej kosti, proximálne i distálne od veľkého hrbolčeka. Odstupová šľacha

zobákovoramenného svalu vystupuje medzi nadtŕňovým a podlopatkovým svalom. U mačky sa nachádza ešte aj tenký zobákovoramenný sval. Jeho funkcia je odťahovanie a vonkajšia rotácia hrudnej končatiny (*supinácia*).

Svaly lakt'ového kĺbu odstupujú na lopatke alebo ramennej kosti, premost'ujú lakt'ový kĺb (niektoré i ramenný kĺb) a upínajú sa na proximálnom konci vretennej a lakt'ovej kosti. Ovládajú teda jeden alebo dva kĺby. Sú predovšetkým sťahovače a vystierače lakt'ového kĺbu, stabilizujú však tiež hrudné končatiny vo fáze podperu. Svaly lakt'ového kĺbu sú ramenný, dvojhlavý, trojhlavý ramenný sval, lakt'ový sval a nat'ahovač fascie predlaktia. Lakt'ový sval odstupuje na zadnej ploche ramennej kosti, tesne pod krčkom ramennej kosti. Na laterálnej ploche ramennej kosti prebieha v brázde ramenného svalu (kôň), resp. podiel veľkého hrbčeka ramennej kosti (šelmy), na prednú plochu ramennej kosti. Prechádza cez lakt'ový kĺb a upína sa medioproximálne na mohutný hrbol' a postrannú vetvu medioproximálne na lakt'ovú drsnatina.

U šeliem končí šľacha ramenného svalu na kruhovitý výbežok kosti lakt'a. U koňa sa upína hlavná vetva ramenného svalu mediálne pod šľachovým postranným väzom. Ramenný sval je ohýbačom lakt'ového kĺbu s veľkou výškou, ale malou silou zdvihu.

Dvojhlavý sval ramena je vretenovitý, veľmi silný sval, ktorý prechádza cez dva kĺby – ramenný a lakt'ový. Tento sval má iba jednu hlavu a odstupuje šľachou na nadkĺbový hrbolček lopatky, prechádza cez extenzorovú stranu ramenného kĺbu a pokračuje kраниomediálne na ramennú kosť. Dvojhlavý sval ramena sa delí v ohybe lakt'ového kĺbu na dve vetvy, z ktorého jedna končí ako hlavná šľacha na vretennú drsnatinu, druhá proximálne na lakt'ovej kosti.

U šeliem odstupová šľacha dvojhlavý sval ramena vtláča na extenzorovej strane ramenného kĺbu do jeho kĺbového puzdra. Táto šľacha je v medzihrbolčekovú brázdu, medzi veľkým a malým hrbolčekom, udržiavaná vo svojej pozícii priečnym väzom. Úponová šľacha vydáva distálne šľachovitý povrazec, ktorý prebieha, hlavne u koňa, ako väzivové pásmo k vonkajšiemu nat'ahovaču zápästia a prechádza do fascie predlaktia.

U koňa je dvojhlavý sval ramena silný, výrazne šľachovito pretkaný (obr.6). Odstupová šľacha má na svojej kaudálnej stene brázdu, ktorá je tvarovaná vplyvom stredného hrbolčeka, cez ktorý prešmykuje. Odstupová šľacha je podložená až 10 cm dlhou burzou, ktorá je ohraničená prostredníctvom

nadťňovým svalom a zostupným prsným svalom. Rozprestiera sa až k laterálnemu okraju šľachy dvojhľavého svalu ramena a prestupuje na jeho hornú plochu. V hĺbke sa z laterálneho svalového bruška odštiepuje šľachovitý povrazec, ktorý sa spoločne s povrchovou šľachou dvojhľavého svalu ramena účasť na statickej funkcii svalu, zatiaľ čo laterálne svalové bruško slúži predovšetkým k pohybu. Dvojhľavý lakt'ový sval končí dvoma málo rozlíšiteľnými ramenami. Mediálne, hlavné a silnejšie rameno dvojhľavého svalu sa upína na vretennú drsnatinu, laterálne, slabšie rameno pokračuje ako povrchová šľacha dvojhľavého svalu ramena cez šľachu vonkajšieho ňahovača zápastia až k jeho úponu na tretiu záprstnú kosť.

Dvojhľavý sval ramena je ohýbačom lakt'ového kĺbu, ktorý sa vyznačuje veľkou silou a malou výškou zdvihu. Je tiež ňahovačom ramenného kĺbu. Svojou šľachou pôsobil ako kontraktilný väz (kôň) pri natihnutí lakt'ového kĺbu a tiež sa podieľa na fixácii ramenného a zápästného kĺbu.

Trojhlavý sval ramena vyplňuje trojuholník medzi lopatkou, lakt'ovou kosťou a okovcom. Jeho kaudálne ohraničenie prebieha od okovca ku kohútiku a zreteľne sa rysuje pod kožou. Tento sval sa skladá z troch svalových hláv, u šeliem zo štyroch. Rozlišuje sa dlhá hlava, ktorá odstupuje na lopatke, laterálna hlava a mediálna hlava, ktoré odstupujú laterálne a mediálne na ramennú kosť. Štvrtá hlava sa nazýva prídavná hlava, ktorá odstupuje pri mediálnom okraji odstopu ramenného svalu. U koňa je silne vyvinutý dlhá hlava a laterálna hlava trojhlavého svalu ramena. Laterálna hlava odstupuje na oblúkovité čiary na kosti, deltovitá drsnatina a laterálne na hrudnej končatine sa upína spoločne s úponovou šľachou dlhá hlava laterálne na lakt'ový výbežok. Slabšia mediálna hlava odstupuje v blízkosti veľkého hrbolčeka a upína sa mediálne na výbežok lakt'ovej kosti. Trojhlavý sval ramena ňahuje a fixuje lakt'ový kĺb. Svojou dlhou hlavou je schopný vo fáze kmitu ohýbať ramenný kĺb.

Lakt'ový sval je krátky, ale silný sval, ktorý je krytý svalovými bruškami trojhlavý ramenný sval a leží kaudálne nad výbežkovou jamou. Premosťuje túto jamku, odstupuje na distálnej ploche ramennej kosti až k jej hlavici a upína sa laterálne na výbežok lakt'ovej kosti. U koňa splyva s laterálnou hlavou trojhlavého ramenného svalu. Napínač fascie predlaktia prilieha mediálne na trojhlavý ramenný sval. U koňa odstupuje plošne od najväčšieho chrbtového svalu (šelmy). Napína predlaktie a je súčasne ňahovačom lakt'ového kĺbu.

Svaly lakt'ových kĺbov plnia funkciu iba u šeliem. Sú to supinátory predlaktia – ramennovretenný sval, odvracač a privracače predlaktia – oblý privracač a štvoruhlý privracač.

Ramennovretenný sval je úzky sval, ktorý prebieha od laterálnej hrany ramennej kosti cez flexorovú stranu lakt'ového kĺbu a vonkajšiemu naťahovaču zápästia k násadcovitému výbežoku.

Odvračač je plochý sval, ktorý tesne prilieha ku kĺbovému puzdru v ohybe lakt'ového kĺbu. Je krytý vonkajším naťahovačom zápästia a spoločným naťahovačom prstov. Odstupuje na ramennú kosť, prebieha špirálovito mediodistálne a upína sa mediálne na vretennú kosť. Oblý privracač sa vyskytuje aj u koňa, ale iba ako rudimentárny väz. Tento sval prebieha od ramennej kosti ku kranioedálnej ploche vretennej kosti.

Štvoruhlý privracač prilieha v strednom úseku k medzikostnej blane predlaktia a z mediálnej strany k lakt'ovej kosti a upína sa kaudálne na vretennú kosť.

Svaly zápästného kĺbu ležia na predlaktí. Tvorí dlhé, vretenovité svalové brušká, ktoré prekleňujú lakt'ový kĺb a kĺby zápästia. Odstupujú nad lakt'ovým kĺbom na ramennú kosť a upínajú sa distálne na zápästnom kĺbe alebo na záprstie. Naťahovače záprstia odstupujú na laterálne nadhrbolie, ohýbače na vnútornú časť ramennej kosti. Svaly, ktoré pohybujú zápästným kĺbom sú vonkajší naťahovač zápästia, lakt'ový vystierač zápästia, vretenný ohýbač prstov a vnútorný ohýbač zápästia.

Vonkajší naťahovač zápästia je najdôležitejším naťahovačom zápästného kĺbu, odstupuje na laterálnom výbežku ramena, resp. na laterálnu hranu ramennej kosti, prebieha distálne, pričom tvorí kranioedálnu kontúru predlaktia a upína sa na proximálnom konci II., resp. II. A II. záprstnej kosti. U mačky je tento sval rozdelený na dlhý vonkajší naťahovač zápästia, ktorý prechádza uprostred vretenná kosť do dlhej šľachy a upína sa proximálne na druhú záprstnú kosť. Druhé svalové bruško leží laterálne od predchádzajúceho a končí na tretej záprstnej kosti. U koňa prebieha vedľajšia vetva k laterálnej bodcovej kosti. S touto zmenou polohy sa mení aj funkcia svalov – u bylinožravcov je vnútorný naťahovač zápästia ohýbačom zápästného kĺbu. U šeliem pôsobí tento sval pri uhnutom zápästia ako ohýbač, v extenzívnej polohe podporuje naťahovanie. Nakoniec má za účel aj odvracanie predlaktia.

Vonkajší ohýbač zápästia je vretenovitý sval, ktorý leží povrchovo a mediálne na kaudálnej ploche vretennej kosti. Odstupuje na vnútornú časť ramennej kosti, prebieha cez flexorovú stranu zápästia, pričom je obalený šľachovou pošvou a upína sa na vnútornú plochu záprstia, u šeliem na druhú a tretiu záprstnú kosť, u koňa na druhú záprstnú kosť. Ohýba lakt'ový kĺb.

Vnútorý ohýbač zápästia je husto pretkaný šľachami. Leží povrchovo mediokaudálne nad ohýbačmi prstov, ktoré kryje. Jeho odstup je rozdelený na silnejšiu hlavu ramenného svalu a slabšiu hlavu lakt'ového svalu. Obe časti sa spájajú do jednej úponovej šľachy, ktorá sa upína na zápästnú osť. U koňa je hlava lakt'ového svalu spojená s lakt'ovým kĺbom a rozprestiera sa až na šírku dvoch prstov pod hlavou hlbokého ohýbača prstov. Vnútorý ohýbač zápästia ohýba kĺb zápästia, u šeliem tiež pôsobí ako supinátor.

Svaly prstov hrudnej končatiny ležia na predlaktí. Sú silné, šľachovité a premostujú viacero kĺbov. Odstupujú nad lakt'ovým kĺbom na ramennú kosť a čiastočne aj na kostiach predlaktia, prebiehajú dlhými šľachami cez zápästný kĺb a záprstie a upínajú sa na jednotlivé články prstov. V priebehu fylogeny došlo k obmedzeniu pohyblivosti hrudných končatín, takže možnosti odvracania a privracania sú obmedzené. Svaly prstov hrudnej končatiny a spoločné krátke prsné svaly sú najlepšie vyvinuté pri šelmách, u koňa majú iba pasívnu nosnú funkciu. Najmä u mačky slúžia k jemnej koordinácii pohybu, k šplhaniu a loveniu koristi. Napriek tomu že určitou časťou vplývajú na mechaniku pohybu, ich význam je predovšetkým už v spomenutých funkciách – lovu u mačky a ako nosná funkcia u koňa. V tejto práci by som nechcela rozoberať tieto detaily (**König, Liebich, 2002**).

3.2.6. Kostí panvovej končatiny

Pletenec panvovej končatiny je tvorený dvoma panvovými kosťami, ktoré sa vzájomne spájajú ventrálne v panvovej sponě. Panvové kosti tvoria spoločne s krížovou kosťou a prvými chvostovými stavcami prstenec, ktorý obklopuje panvovú dutinu. Stavba panvy je prispôsobená tomu, že jej pletenec prenáša pohybové procesy končatín bezprostredne na trup (Massanyi 1992).

Tab. 9

**[Rozdiely v anatomickej stavbe kostí pletenca panvovej končatiny,
(König, Liebich, 2002)]**

	Mačka	Kôň
Bedrová kosť	krídla sú postavené takmer vertikálne	krídla sú postavené takmer horizontálne
Bedrový hrboľ	doplnený ventrálnym krídlovitým výbežkom	dobře viditeľný
Dorzálny bedrový	Zosilnený krížovým hrboľom a ten je rozdelený na predný a zadný hrboľ	Zosilnený krížovým hrboľom
Spojenie krížového a bedrového hrboľa	Bedrovým hrebeňom ktorý je konvexný a zaoblený	Bedrovým hrebeňom ktorý je konkávny a ostro ohraničený
Plocha krídel bedrovej kosti	Rozdelená tromi svalovými čiarami	Rozdelená iba jednou líniou
Lonová kosť	-	Na jej dolnej ploche je vytvorený väzový žliabok
Sedacia kosť	Jej dosky kaudálne ohraničuje široký a hlboký sedací oblúk	Jej dosky kaudálne ohraničuje plochý a nepravidelný sedací poloblúk
Bedrová kĺbová jamka	Je to pologuľovitá jamka, na jej stavbe sa podieľajú všetky tri panvové kosti je do nej vsadená kosť bedrového kĺbu, ktorá zrástá s jej centrom	Je to pologuľovitá jamka, na jej stavbe sa podieľajú všetky tri panvové kosti
Panvová kosť	Dno vyhlbené menej výrazne a sklonené kaudálne	Dno je ploché, vodorovné

Kostra stehna predstavuje proximálny úsek panvovej končatiny, je tvorená iba jednou kosťou – stehennou. Je najsilnejšia zo všetkých dlhých kostí, účastní sa pohybových procesov tela a má významnú nosnú a podpornú funkciu. Ku kostre stehna môžu patriť až štyri sezamské kosti, ktoré sú vždy vložené do šliach (Massanyi 1992).

Tab. 10**[Rozdiely v anatomickej stavbe stehnovej kosti, (König, Liebich, 2002)]**

	Mačka	Kôň
Veľký chochol stehnovej kosti	rozdelený na prednú a zadnú časť	rozdelený na prednú a zadnú časť, prečnieva výrazne cez hlavicu stehnovej kosti
Malý chochol stehnovej kosti	úponová plocha pre bedrovodriekový sval	tretí chochol, na ktorý sa upína sedací sval
Proximálna kaudálna strana stehnovej kosti	-	nachádza sa kruhová drsnatina
Kladka stehnovej kosti	rozdelená dvoma nízkymi, symetrickými hrebeňmi	rozdelená dvoma asymetrickými hrebeňmi, tiež sa u neho nachádza hrboľ stehnovej kosti
Kolenná kosť	jej voľný povrch leží pod kožou, na proximálnu bázu sa upínajú svaly, hrot smeruje distálne	jej voľný povrch leží pod kožou, na proximálnu bázu sa upínajú svaly, hrot vybieha do chrupavkovitého výbežku ako miesto pre úpon chrupavky
Lýtková kosť	dlhá ako holenná kosť, ale je tenšia	jej distálny koniec splýva s laterálnou stenou holennej kosti
Skĺbenie lýtkovej kosti s členkom	na distálnom konci je ihlicový zárez	vytvorená kĺbová plocha pre kosť členka, ktorá predstavuje rudiment lýtkovej kosti

Tab. 11

**[Rozdiely v anatomickej stavbe kostí pletenca panvovej končatiny,
v spojoch kostí panvovej končatiny, (König, Liebich, 2002)]**

	Mačka	Kôň
Tarzálne kosti	7	6
Päťový hrbol'	výrazný	veľmi mohutný a rozdelený priečnym žliabkom
Bedrový kĺb	rozsiahlejšia rotácia	guľovitý, obmedzený pohyb do strán (iba naťahovanie a ohýbanie)
Synoviálne dutiny kĺbového puzdra	vždy navzájom komunikujú	vzácne navzájom komunikujú
Obklopenie kĺbového puzdra	2 sezamské kosti (Vesaliho kosti)	-
Väzy jabĺčka	vytvorený iba tento kĺbový väz	doplňujú ho ešte laterálny a mediálny väz
Synoviálne dutiny stehnovlýtkového kĺbu	vždy navzájom komunikujú	vzácne navzájom komunikujú
Spoje lýtkovej kosti s holennou	členková kosť	distálny koniec lýtkovej kosti je zrastený s holennou

Väzový aparát päťového kĺbu sa skladá u koňa z postranných väzov – laterálny dlhý postranný väz, laterálny krátky postranný väz, mediálny dlhý postranný väz, mediálny krátky postranný väz. U mačky sa nevyskytujú dlhé väzy premost'ujúce viac než dve kĺbové štrbiny. Sú nahradené úponovými šľachami zadný píšťalový sval a krátky ihlicový sval, ktoré preberajú stabilizujúcu funkciu (**König, Liebich, 2002**).

3.2.7. Svaly panvovej končatiny

Svaly pletenca panvovej končatiny priliehajú ventrálne k bedrovej časti chrbtice a smerujú k panve, resp. stehnu. Táto svalová skupina slúži k stabilizácii a fixácii chrbtice, ale tiež k zaisteniu jemnej koordinácie pohybu pri prehýbaní chrbta nahor a nadol behom staticko-dynamického pohybového procesu. Svaly pletenca panvovej končatiny sa označujú ako vnútorné bedrové svaly, zastupujú ich malý driekový sval, bedrovodriekový sval, veľký driekový sval, bedrového svalu a štvorhranný sval bedrový.

Malý driekový sval je svalnatý a dobre vyvinutý. Svalové brušká pravého i ľavého malého bedrovca zvierajú odstupové šľachy a prechádzajú na veľký driekový sval. U koňa je tento sval výrazne šľachovito pretkaný. Pri fixovanej panve stabilizuje malý driekový sval bedrový úsek chrbtice a umožňuje dorzálne vykľutie chrbtice (König, Liebich, 2002).

Tab. 12

[Rozdiely v anatomickej stavbe svalov pletenca hrudnej končatiny,
(König, Liebich, 2002)]

	Mačka	Kôň
Bedrovodriekový sval	nedelí sa	delí sa na dve časti
Veľký driekový sval	prilieha ventrálne ku štvorhrannému bedrovému svalu, zrastený s bedrovým svalom	prilieha ventrálne ku štvorhrannému bedrovému svalu
Bedrový sval	-	silný sval, na priereze pri odstupe plochý, distálne kruhovitý
Štvorhranný bedrový sval	tvorí pomerne dlhú svalovú platničku, ktorá odstupuje od 10. až 13. hrudného stavca	sval je šľachovitý, odstupuje vo forme jemných vlákien ventrálne na proximálnom konci posledného rebra

Štvorhranný bedrový sval slúži k vystuženiu bedrovej časti chrbtice, je však tiež schopný vykľut' ju dorzálne. U šeliem (ktoré majú pohyblivú chrbticu) nakláňa tento sval aj panvu (Massanyi, 1992).

3.2.7.1. Vlastné svaly panvovej končatiny

Vlastné svaly panvové končatiny slúžia prevažne k pohybu tela dopredu, sú silnejšie a komplikovanejšie ako svaly na hrudnej končatiny a to preto, že uvádzajú zviera zo statickej kľudovej fázy státia do fáze aktívnych pohybových procesov. Tieto svaly sa zúčastňujú aj na formovaní zadnej časti tela, prechádzajú kraniálne až na trup. Distálne pokračujú ako svaly stehna (obr.2). Vlastné svaly panvovej končatiny sa dajú rozdeliť na svaly bedrového kĺbu, svaly kolenného kĺbu, svaly päťového kĺbu a svaly prstov nohy. Svaly bedrového kĺbu sú výrazne vyvinuté predovšetkým u koňa, u neho formujú aj zadnú časť. Podľa lokalizácie sa rozlišujú svaly bedrového kĺbu na vonkajšie panvové svaly, kaudálne stehnové svaly, mediálne stehnové svaly, hlboké panvové svaly (König, Liebich, 2002).

Tab. 12

[Rozdiely v anatomickej stavbe vonkajších svalov pletenca hrudnej končatiny, (König, Liebich, 2002)]

	Mačka	Kôň
Zadnicový sval povrchový	je samostatný, plochý, čiastočne sa spojuje s kraniálnymi časťami m. dvojhlavý stehnový sval do zadnicového svalu	nedochádza k splynutiu do zadnicového svalu, odstupuje na fascii svalu, prechádza na stredný sedací sval, prebieha cez veľký chochol a upína sa na tretí chochol a do stehnovej fascie
Hruškovitý sval	samostatný, prilieha kaudálne na stredný sedací sval, funkciou je natiahnutie bedrového kĺbu a privracanie končatiny	splýva so stredným sedacím svalom, funkciou je natiahnutie bedrového kĺbu a privracanie končatiny
Napínač širokej fascie	široký vejárovitý sval,	široký vejárovitý sval, tvorí kraniálne ohraničenie stehna, odstupuje na bedrovom hrbole

Kaudálne stehnové svaly vyplňujú kaudálnu stehnovú oblasť. Táto svalová skupina premostuje viacero kĺbov – bedrový a kolenný a prebieha čiastočne až k päťovému kĺbu. U koňa sú panvové hlavy kaudálnych stehnových svalov doplnené ďalšími hlavami, ktoré odstupujú na krížovej kosti a na 1. chvostovom stavci. Kaudálne stehnové svaly prispievajú k formovaniu zadnej časti tela a bedier.

Dvojhlavý stehnový sval je veľmi silný sval, ktorý prilieha laterálne na bedrá a stehno. Má výraznú kraniálnu hlavu, ktorá odstupuje na krížovej kosti a na

širokom panvovom väze a slabšiu, kaudálnu hlavu, ktorá odstupuje na sedacej kosti. Distálne sa dvojhlavý sval stehna rozdeľuje na dve (šelmý), resp. tri (kôň) úponové vetvy.

U koňa je kraniálna a kaudálna hlava dvojhlavého stehenného svalu zreteľne oddelená. Silnejšia kraniálna hlava odstupuje na tŕňovitých a priečnych výbežkoch posledných troch krížových stavcov, na kaudálnom okraji širokého panvového väzu a dorzolaterálne na sedacom hrbolí. Slabšia, kaudálna hlava odstupuje na kaudálnom okraji a na ventrálnej ploche sedacej kosti. Kraniálna vetva sa upína distálne od tretieho hrbolčka na kruhovitej drsnatine na kaudálnej ploche stehnovej kosti, na jablčku a laterálnom väze jablčka.

Hlava dvojhlavého svalu pôsobí ako naťahovač bedrového a kolenného kĺbu, zatiaľ čo jeho panvová hlava ohýba kolenný kĺb. Päťová šľacha naťahuje päťový kĺb. Ako celok je dvojhlavého stehnového svalu silným naťahovačom a privracačom panvovej končatiny. Vo fáze podopretia posúva celé telo výrazne dopredu.

Kraniálny odťahovač predkolenia sa vyskytuje iba pri šelmách. Je to úzky sval, ktorý odstupuje distálne na krížovohrboľový väz, prechádza kaudálne od dvojhlavého stehnového svalu na laterálnej ploche a pomáha pri odťahovaní.

Pološľachovitý sval tvorí zadnú kontúru stehna. Je to silný sval, odstupuje ventrálne na sedacom hrbole (panvová hlava). Sval sa upína mediálne spoločne s úponovými šľachami štíhleho a krajčírskoho svalu. U šeliem odstupuje medzi dvojhlavým stehnovým a poloblanitým svalom kaudálne a ventrolaterálne na sedací hrbol, prikladá sa kaudálne k dvojhlavému stehnovému svalu a v úrovni podkolennej jamky prechádza na mediálnu stranu, kde z nej vystupuje silná päťová šľacha, ktorá prebieha cez lýtkový sval. Zúčastňuje sa na tvorbe päťovej šľachy.

Poloblanitý sval pôsobí vo fáze podperu ako naťahovač bedrového a päťového kĺbu a naťahovač kolenného kĺbu, čím posúva telo dopredu. Vo fáze kmitu ohýba tento sval koleno a vedie končatinu dovnútra a dozadu. Leží na zadnej strane stehna, odstupuje panvovou hlavou ventrálne na sedacej kosti. Svalové brušá, resp. šľachy (koňa) sa rozdeľujú distálne na dve vetvy a upínajú sa mediálne na hlavicu stehnovej kosti a na hlavicu lýtkovej kosti. U šeliem prilieha kraniálne svalovú bruško kaudálne k veľkému priťahovaču. Je z veľkej časti zakrytý štíhlym svalom. Jeho úponová šľacha vybieha do odstupovej

aponeurózy lýtkového svalu a upína sa na distálnom konci stehnovej kosti. Kaudálne bruško prebieha svojou úponovou šľachou pod mediálny postranný väz kolenného kĺbu a upína sa mediálne na stehnovú kosť.

Poloblanitý sval pôsobí vo fáze podperu ako naťahovač bedrového a kolenného kĺbu, podporuje pohyb trupu dopredu. Vo fáze kmitu vedie končatinu dovnútra a dozadu.

Mediálne stehnové svaly sa zúčastňujú predovšetkým na privracaní panvovej končatiny a znemožňujú nefyziologické odvracanie oboch panvových končatín. Táto svalová skupina sa nachádza medzi dnom panvovej dutiny a stehnom.

Krajčírsky sval leží povrchovo ako úzky svalový pruh kраниomediálne na stehne. Ohýba bedrový kĺb, vedie končatinu dopredu a dovnútra a naťahuje, v dôsledku splynutia so šľachami kolena, tiež kolenný kĺb.

Štíhly sval je široký, plochý, tenký sval, ktorý tvorí kaudálnu časť mediálnej plochy stehna. Odstupuje aponeuroticky pozdĺž panvovej spony a úponových šliach priamy brušný sval, u koňa navyše na prídavný väz stehnovej kosti. V mediálnej rovine panvovej spony sa spájajú odstupové aponeurózy oboch svalov do spoločnej nepárovej šľachovitou platničkou. Štíhly sval sa upína tiež aponeuroticky v úrovni kolenného kĺbu a potom na hrebeň píšľaly. Je to silný privracač panvovej končatiny. Pri fixovanej končatine môže taktiež ťahať trup na stranu. Okrem toho podporuje natiahnutiu kolenného kĺbu.

Hrebeňový sval je malý, vretenovitý sval, ktorý prebieha medzi hrebeň lonovej kosti a nízkym hrboľom na jednej a mediálnej hrane stehnovej kosti na druhej strane. Tento sval je ohýbačom bedrového kĺbu, pôsobí tiež ako privracač a môže otáčať končatinu dovnútra (supinátor).

Príťahovače odstupujú ako svalová skupina na ventrálnej strane panvy a na aponeuróze štíhleho svalu a upínajú stehnovými fasciami. U mačky sa vyskytuje dlhý príťahovač ako samostatný sval. Je u nej vytvorený aj krátky príťahovač, ktorý odstupuje na lonový hrboľček ventrálne a prebieha k laterálnej hrane hlavice stehnovej kosti. Veľký príťahovač je silný, prebieha medzi štíhly sval a prístredný široký sval, k zostrenému pokračovaniu vonkajšieho okraja kosti nad stehnovými fasciami.

U koňa je skupina príťahovačov rozdelená na predný krátky príťahovač a zadný veľký príťahovač. Ako celok ležia tieto svaly medzi hrebeňovým a poloblanitým svalom pod štíhly svalom. Upínajú sa mediálne od malého

hrbolčeka až ku mediálnemu výbežku na stehnovej kosti a na mediálnom postrannom väze kolenného kĺbu. Priťahovače priťahujú končatinu a ťahajú ju dozadu, posúvajú trup dopredu a ťahajú ju na stranu.

Hlboké panvové svaly slúžia predovšetkým ku jemnej koordinácii pohybov a prispievajú k rotácii i odťahovaní panvovej končatiny v bedrovom kĺbe (vytáčajú koleno laterálne).

Vnútorňý zapchávač sa vyskytuje iba u šeliem a koňa. U šeliem odstupuje na sedacej kosti, prekrýva otvor lonovej kosti zvnútra, prebieha cez malý sedací zárez, pokračuje ako šľacha medzi oboma dvojitými svalmi a štvorcový sval stehna a upína sa do chocholcovej jamy. U koňa odstupuje menšia časť na prednom mediálnom okraji otvor lonovej kosti, a panvovej spony a sedacej kosti. Väčšia časť svalu odstupuje v tvare vejára na panvovej plochy tela bedrovej kosti, opúšťa ako šľacha panvovú dutinu cez veľký sedací zárez a upína sa spoločne s dvojitými svalmi do chocholcovej jamy. Tento sval pôsobí ako vonkajší rotátor stehna a ako pomocný naťahovač bedrového kĺbu.

Vonkajší zapchávač je silný sval, ktorý odstupuje v blízkosti lonového otvoru a prebieha k chocholcovej jame. Funkčne pôsobí ako supinátor stehna a priťahovač končatiny.

Dvojité svaly sú u mačky vytvorené ako dva malé svaly, odstupujú na malý zárez sedacej kosti a prebiehajú k chocholcovej jame. Otáčajú končatinu dovnútra.

Štvorcový sval stehna odstupuje na ventrálnej ploche sedacej kosti. Je to pomerne úzky slabý sval, ktorý sa upína kaudálne na stehnovú kosť blízko k chocholcovej jame. Pôsobí ako pomocný naťahovač a vedie končatinu dozadu.

Sval bedrového kĺbu sa vyskytuje iba pri šelmách a koni. Prilieha ako tenký sval kranio laterálne na púzdro bedrového kĺbu. Napína stenu puzdra bedrového kĺbu, ktorá pravdepodobne obsahuje receptory pre napätie a tonus (**König, Liebich, 2002**).

3.2.7.2. Vlastné svaly kolenného kĺbu

Pohyb v tomto kĺbe zabezpečuje veľký počet svalov bedrového kĺbu, predovšetkým kaudálne stehnové svaly, ktoré však premostujú viac kĺbov a pôsobia preto iba sekundárne.

Štvorhlavý stehnový sval je u mačky výrazne rozdelený na štyri svalové brušká. U koňa je priamy sval stehna obzvlášť silný, kryje prednú a bočnú plochu stehna.

Štvorhlavý stehnový sval je najsilnejším ňaťahovačom kolenného kĺbu. Pri kontrakcii posúva trup dopredu a fixuje tiež kolenný kĺb. V dôsledku svojho odstupu na tele bedrovej kosti fixuje aj bedrový kĺb.

Zákolenný sval sa nachádza na kaudálnej strane kolenného kĺbu a napája sa priamo na puzdro kolenného kĺbu. U šeliem je do odstupovej šľachy zákolenného svalu vložená sezamská kosť. Jeho svalové vlákna prebiehajú k mediálnemu okraju lýtka a upína sa na vačok zákolenného svalu. U koňa je zákolenný sval trojuholníkový a plochý, je uložený hlboko pod lýtkovým svalom a je povrchovým ohýbačom prstu (**König, Liebich, 2002**).

3.2.7.3. Svaly dolnej časti končatiny, resp. lýtkové svaly

Tieto svaly ňaťahujú a uhýbajú priehlavok a prsty, dajú sa rozdeliť na kraniálne a kaudálne svaly. Mediálna plocha lýtkovej kosti zostáva ako nezakrytá svalmi. Päťový kĺb tvorí kraniálny uhol, a preto kraniolaterálne uložené svaly ohýbajú päťu a ňaťahujú prsty, na rozdiel od hrudnej končatiny, kde svaly na kraniálnej ploche predlaktia ňaťahujú súčasne zápästie i prsty. Kaudálne svaly ňaťahujú päťu a ohýbajú prsty (**Massanyi 1992**).

3.2.7.4. Kraniálne lýtkové svaly

Predný píšťalový sval prilieha na prednú plochu lýtkovej kosti. Iba pri šelmách prebieha tento sval povrchovo, priamo pod väzivovou blanou. Predný píšťalový sval odstupuje na laterálnom výbežku lýtkového svalu, proximálne na lýtkovej i na vretennej kosti a upína sa na päťu, resp. proximálne na podpäťie. U šeliem prechádza tento sval v distálnej tretine lýtka do šľachy, ktorá prebieha šikmo cez ohýbaciú stranu päťy, ďalej prechádza priečnym pútkom a upína sa mediálne na rudiment prvej predpriehlavkovej kosti.

U koňa prebieha predný píšťalový sval uprostred lýtkovej kosti spoločne s tretím svalom a prechádza nad priehlavkom do silnej úponovej šľachy.

Dlhý ihlicový sval je tenký sval uložený laterálne na lýtku. Jeho tenká šľacha sa kríži na laterálnej ploche päťy šľachy postranného ňaťahovača prstov a krátky ihlicový sval.

Krátky ihlicový sval je silno vyvinutý u mačky. Odstupuje v dolnej polovici vretennej kosti, je zakrytý dlhým ihlicovým svalom. Jeho šľacha prebieha kaudálne od postranného naťahovača prstov pod dlhým postranným väzom paty a dlhým ihlicovým svalom k proximálnemu koncu piatej predpriehlavkovej kosti.

Tretí ihlicový sval je u koňa čisto šľachovitý prúžok, ú šeliem chýba. U koňa spojuje funkčne kolenný kĺb a pätu. Toto spojenie má pre statiku a dynamiku panvovej končatiny zvláštny význam (spomenuté v časti 1).

Dlhý naťahovač prstov je naťahovačom prstov a pomocným ohýbačom päty. Ďalšie naťahovače prstov zastupujú svaly ohýbačov prstov dorzolaterálne na priehlavok (u šeliem) a pri koňoch je uložený povrchovo medzi dlhým naťahovačom prstov a hĺbkovým ohýbačom prstov (König, Liebich, 2002).

3.2.7.5. Kaudálne lýtkové svaly

Tieto svaly naťahujú pätu a ohýbajú prsty. Odstupujú na distálnom konci stehennej kosti a proximálne na vretennej a lýtkovej kosti. Naťahovače päty sa upínajú na päťové kosti. Úponové šľachy dlhých ohýbačov prstov premostujú viac kĺbov a upínajú sa, v súlade s medzidruhovým rozdielnym počtom prstov, na stredných distálnych článkoch hlavných a vedľajších prstov.

Lýtkový sval je silný, dvojhlavý sval, jeho laterálna a mediálna hlava odstupujú proximálne nad výbežky stehnovej kosti. Ich spoločná úponová šľacha, ktorá sa upína na päťovú kosť, sa podieľa na tvorbe Achillovej šľachy.

U šeliem odstupujú obe hlavy na laterálnu a mediálnu peru stehnovej kosti. Laterálna hlava je u mačky obzvlášť výrazná, každá odstupová šľacha obsahuje jednu Vesaliho kostičku. Obe hlavy sú tesne spojené s povrchovým ohýbačom prstov, sú od neho oddelené len väzivovou platničkou.

U koňa sú svalové brušká lýtkového svalu silné, vretenovité a šľachovito pretkané. Zakrývajú ich kaudálne stehnové svaly. Silná Achillova šľacha je tvorená úponovými šľachami oboch hláv a upína sa, po otočení z kaudálnej na laterálnu stranu, proximálne na päťový hrbol. Na nej leží päťová čiapočka šľachy povrchového ohýbača prstov. Lýtkový sval naťahuje päťový kĺb a napomáha ohýbaniu kolenného kĺbu.

Šikmý sval lýtky je u mačky výrazný, u koňa odstupuje ako tenký svalový prúžok na proximálnom rudimente lýtkovej kosti, vejárovito sa rozširuje,

prebieha distokaudálne a splýva s laterálnou hlavou lýtkového svalu. Úponová šľacha prechádza do šľachy dvojhlavého lýtkového svalu.

Povrchový ohýbač prstov u šeliem odstupuje ako silný sval na laterálnom výbežku stehnovej kosti a na laterálnej sezamskej kosti vedľa hláv na lýtkový sval. U koňa je šľachovitý a tvorí kontraktilný väz, ktorý predstavuje dôležitú súčasť pätovej šľachy.

Hlboký ohýbač prstov, resp. jeho tri svalové brušká odstupujú na kaudálnej strane lýtkovej a vretennej kosti (resp. rudiment. lýtkovej kosti) a na výbežok holennej kosti. V polovici lýtka sa spájajú do jednotnej šľachy – spoločnú šľachu hlbokého ohýbača prstov. Tento sval teda zahŕňa:

- laterálny ohýbač prstov – ohýba II. až V. prst.
- mediálny ohýbač prstov – leží mediálne od postranného hlbokého ohýbača prstov. Jeho tenká šľacha prebieha spoločne s kaudálnym holenným svalom k päte a splýva tam so šľachou laterálneho ohýbača prstov.
- kaudálny holenný sval – slabý sval, tesne prilieha na kaudálnu stranu lýtkovej kosti. U šeliem je šľacha hlbokého ohýbača tvorená iba z mediálnych a laterálnych ohýbačov prstov

Úpon hlbokého ohýbača na distálny článok je rovnaký ako na hrudníkovej končatine. U koňa sa šľacha hlbokého ohýbača nerozdeľuje a široko sa upína na II. prste. Tento ohýbač prevažne ohýba prstové kĺby a je pomocným natáhovačom členkového kĺbu (**König, Liebich, 2002**).

Krátke svaly prstov sú vytvorené podobne ako na hrudnej končatine – vyskytujú sa u šeliem a ako už bolo spomenuté, slúžia hlavne na lezenie a pri love. Z hľadiska mechanizmu pohybu majú menší význam.

4. Záver

V tejto práci sme chceli poukázať na rozdielnosti v mechanike pohybu mačky ako zástupcu čeľade mačkovitých a koňa ako zástupcu kopytníkov z čeľade koňovitých, rozdiely, ale aj podobnosti v anatomickej stavbe svalov a kostí končatín a ako tieto ovplyvňujú samotnú dynamiku pohybu.

Na tieto rozdiely vplyvajú už v štádiu osifikácie kostného tkaniva kostí končatín nerovnaké doby štádia osifikácie (dĺžka, začiatok obdobia osifikácie), ale aj neskoršie prispôsobovanie rozmerov kostí a najmä svalov špecifickému druhu pohybu, ktorý súvisí so spôsobom života a získavaním potravy samotného jedinca.

Kone sú ako bylinožravce špecializované na to, aby mohli transportovať pomerne veľké množstvo ťažko stráviteľného krmiva, čo vyžaduje dokonalú statiku tela, ktorá umožňuje skôr vytrvalý pohyb na dlhé vzdialenosti. Navyše ich telo obsahuje pasívne pohybové štruktúry, vďaka ktorým dokážu stáť s veľmi nízkou spotrebou energie, i keď pre dokonalý odpočinok organizmu si musia ľahnúť. Šelmy naopak musia často vyvinúť veľkú rýchlosť na krátku vzdialenosť, aby mohli chytiť korisť a pasívne štruktúry u nich nie sú známe. Rovnako kone a väčšina bylinožravcov patria medzi vytrvalých bežcov a klusákov, šelmy dokážu vyvinúť pomerne veľkú rýchlosť, ale na krátky čas (napr. gepard).

Ďalším dôležitým faktorom je aj samotná mechanika pohybu. Pokiaľ mačkovitým šelmám pomáha v rýchlom behu ohybná chrbtica a vďaka nej sa predlžuje fáza letu počas cvalového skoku, končatiny sú v kontakte s povrchom menej často ako končatiny koňa. Navyše kôň počas cvalu vykonáva približne rovnako dlhé skoky, ale šelmy striedajú počas cvalu kratší a dlhší skok.

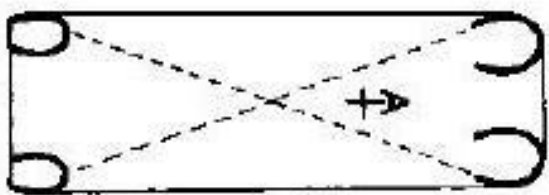
Významným z hľadiska pohybu bolo tiež utváranie labky a kopyta na končatine. Tento faktor taktiež vplyva veľkou časťou na dynamiku pohybu, ale z dôvodu obmedzenia rozsahu práce sme sa mu nemohli venovať. Túto problematiku by sme možno rozpracovali v diplomovej práci, pretože by bolo zaujímavé zistiť, do akej miery dokáže utváranie labky a kopyta ovplyvniť rýchlosť pohybu zvierat.

5. Zoznam použitej literatúry

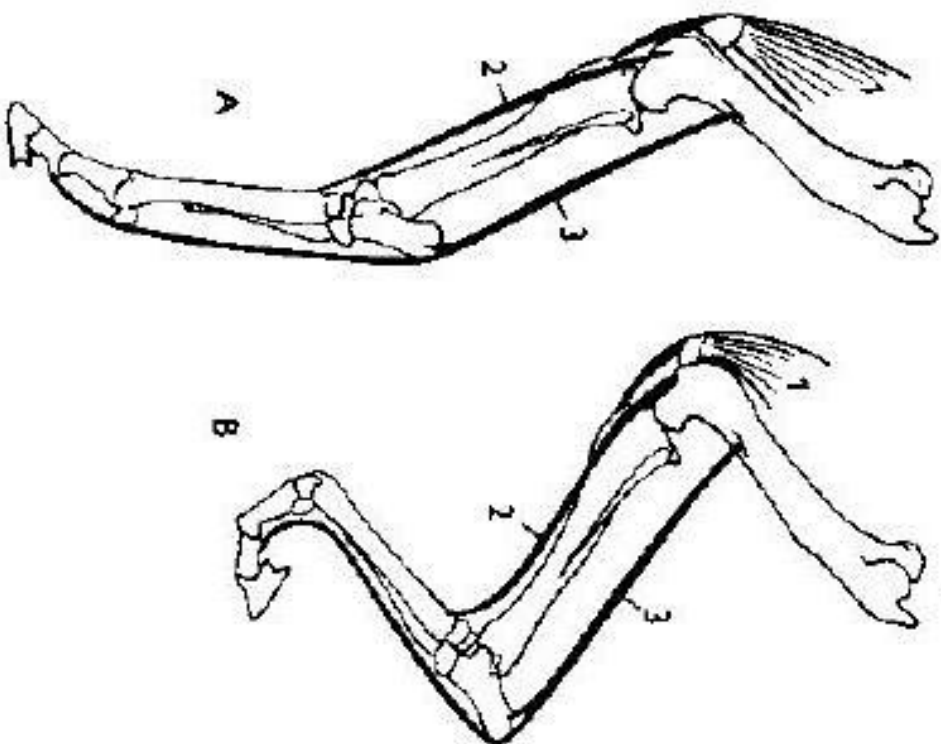
1. BERTRAM, John, GUTMANN, Anne. 2008. Motions of the running horse and cheetah revisited: fundamental mechanics of the tranverse and rotatory galop, In: Interface, 2008, <http://rsif.royalsocietypublishing.org/content/early/2009/02/08/rsif.2008.0328.full.html#>
2. ČEPIČKA, Ivan a kol., 2005. Pohyb, prípravný text kategórie A, B, Praha: Národní institut dětí a mládeže, 2005. 96 s. ISBN 80-86784-26-6
3. ČERNÝ, Hugo. 2002. Veterinární anatomie pro studium a praxi, Brno: Noviko, 2002, 528 s. ISBN 80-86542-01-7
4. DUŠEK, Jaromír. 1999. Biomechanika skoku koní – In: Jezdectví, roč. 47, 1999, č.11, s. 24-25, ISBN 1210-5406
5. DUŠEK, Jaromír. 2001. Chov koní, dotlač 1. Praha : vyd. Brázda, , 1999, s. 360, ISBN 80-20902821
6. DUŠEK, Jaromír. Vliv výcviku koní na jejich mechaniku pohybu, Jezdectví roč. 46, 1998 č.3, s.12-13, ISBN 1210-5406
7. EDNEY, Andrew. 1994. Ja mačka: Kompletná kniha starostlivosti o mačku. Praha: vyd. Cesty, 1994. 191 s. ISBN 80-85363-83
8. HELL, Pavel a kol. 2004. Rys a divá v slovenských Karpatoch a vo svete, Bratislava: PaRPRESS, 2004. 156 s. ISBN 80-88789-97-4
9. CHARMAN, Andrew. 2003. 100 najväčších zaujímavostí o zvieratách. Bratislava: vyd. Tiny, 1999. 109 s. ISBN 80-88783-25-9

10. KÖNIG, H.-E., LIEBICH, H.-G. 2002. Anatomie domácích savců, pohybový aparát, Bratislava: TYPOSET 2001, 286 s. ISBN 80-88700-56-6
11. KRESAN, Ján a kol., 1979. Morfológia hospodárskych zvierat. Bratislava: Príroda, 1979. 629 s. ISBN 80-7146-053-2
12. KULÍŠEK Václav a kol., 1996. Funkčná anatómia hospodárskych zvierat, Nitra: VŠP, 1996. 247 s. ISBN 80-7137-323-0
13. MASSANYI, Ladislav a kol., 1992 Funkčná anatómia hospodárskych zvierat, Nitra: VŠP Nitra, 1992. 219 s. ISBN 80-224-0149-8
14. MUYBRIDGE, Eadweard. 1887. Horses and other animals in motion, New York: Dover publications, 1887. 45 s. ISBN 0-486-24911-5
15. POPESKO, Peter a kol. 1992. Anatómia hospodárskych zvierat, Bratislava: Príroda, 1992. 693 s. ISBN 80-0700542-0
16. POPESKO, Peter. 1962. Atlas topografickej anatómie hospodárskych zvierat II-diel, Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, 1962, 204 s.
17. POPESKO, Peter. 1962. Atlas topografickej anatómie hospodárskych zvierat I-diel, Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, 1962. 220 s.

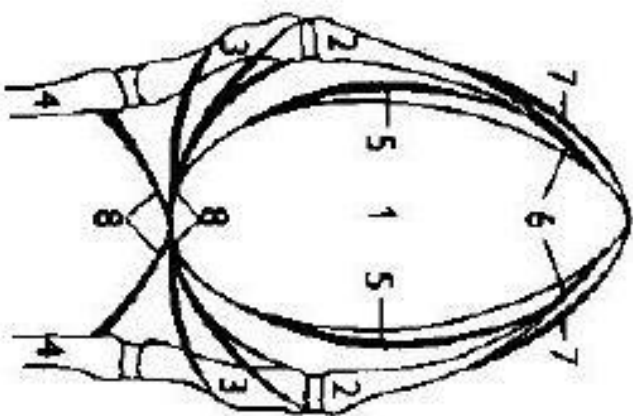
6. Prílohy



107. Základná stojaceho tela:
A – ťažisko.

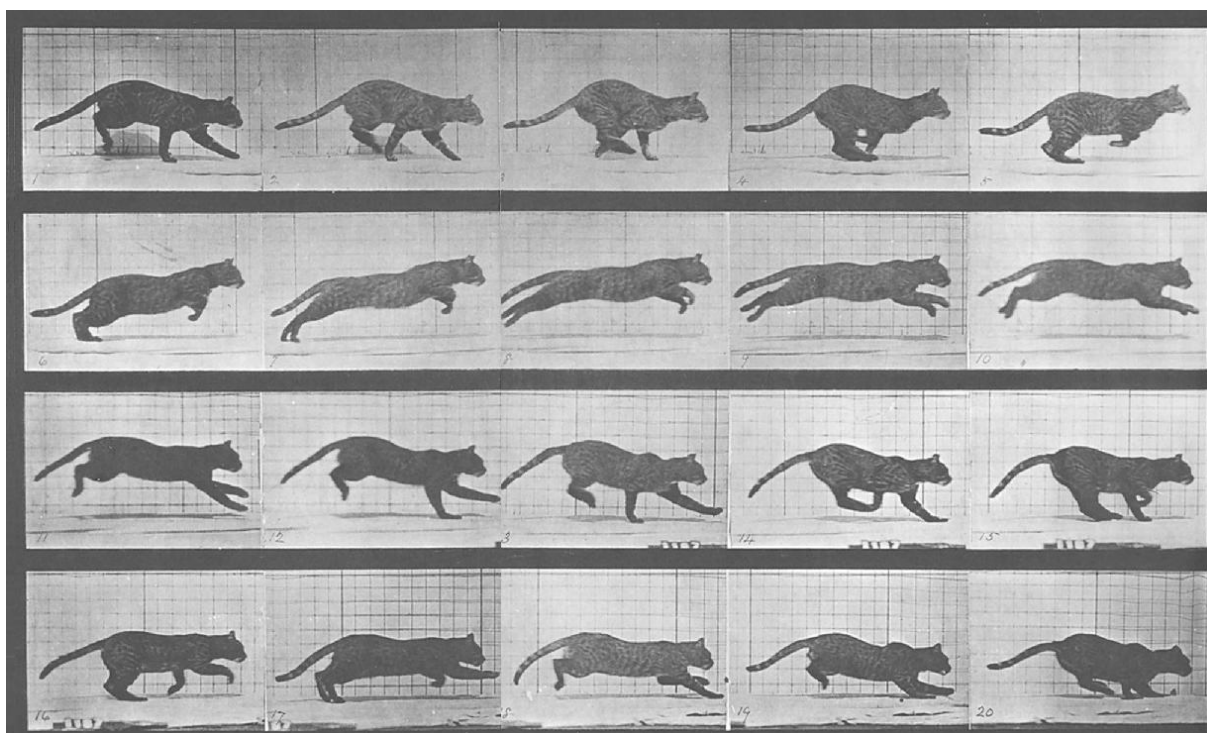


108. Mechanizmus automatickej synchronizácie extenzie a flexie kĺbov panvových končatín koňa:
1 – *m. quadriceps femoris*, 2 – *m. peroneus tertius*, 3 – *m. flexor digitorum superficialis*, A – končatina v extenzii, B – končatina vo flexii.

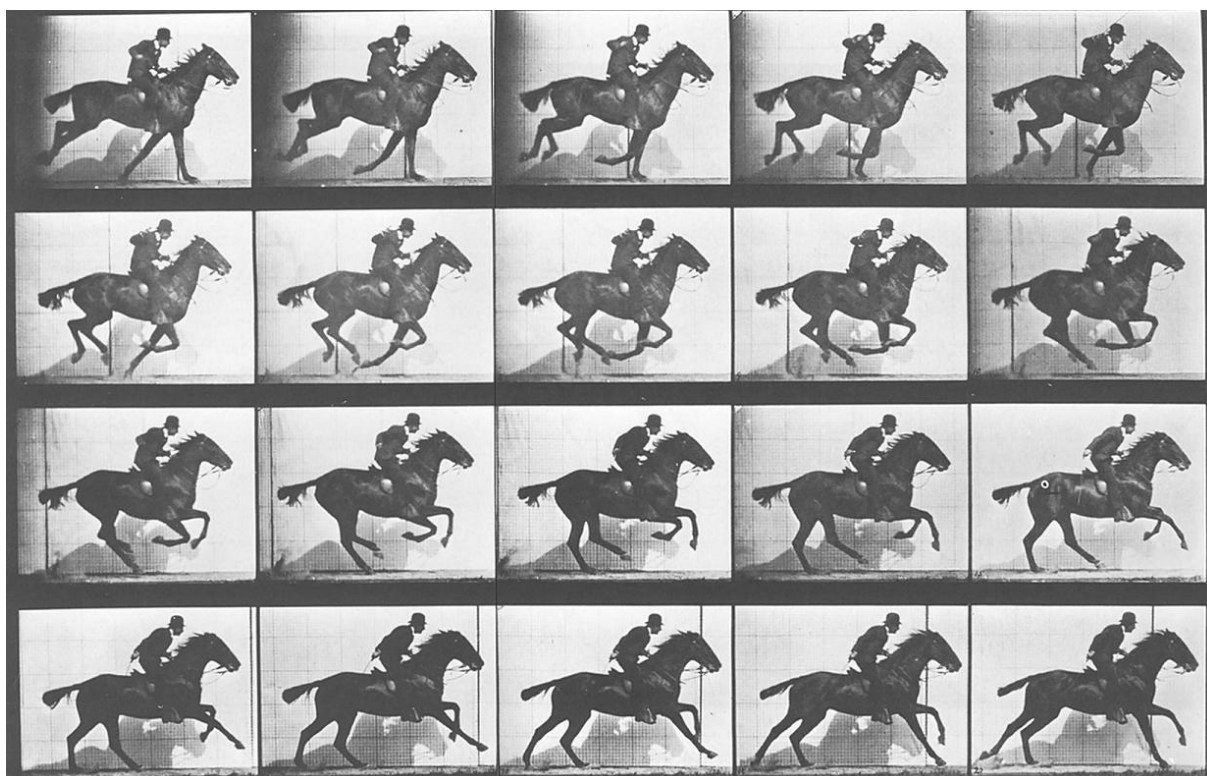


109. Schéma zavesenia trupu medzi hrudníkovými končatinami:
1 – priečny prierez trupu, 2 – *scapula*, 3 – *humerus*, 4 – *radius*, 5 – *m. serratus ventralis*, 6 – *m. rhomboides*, 7 – *m. trapezius*, 8 – *mm. pectorales*.

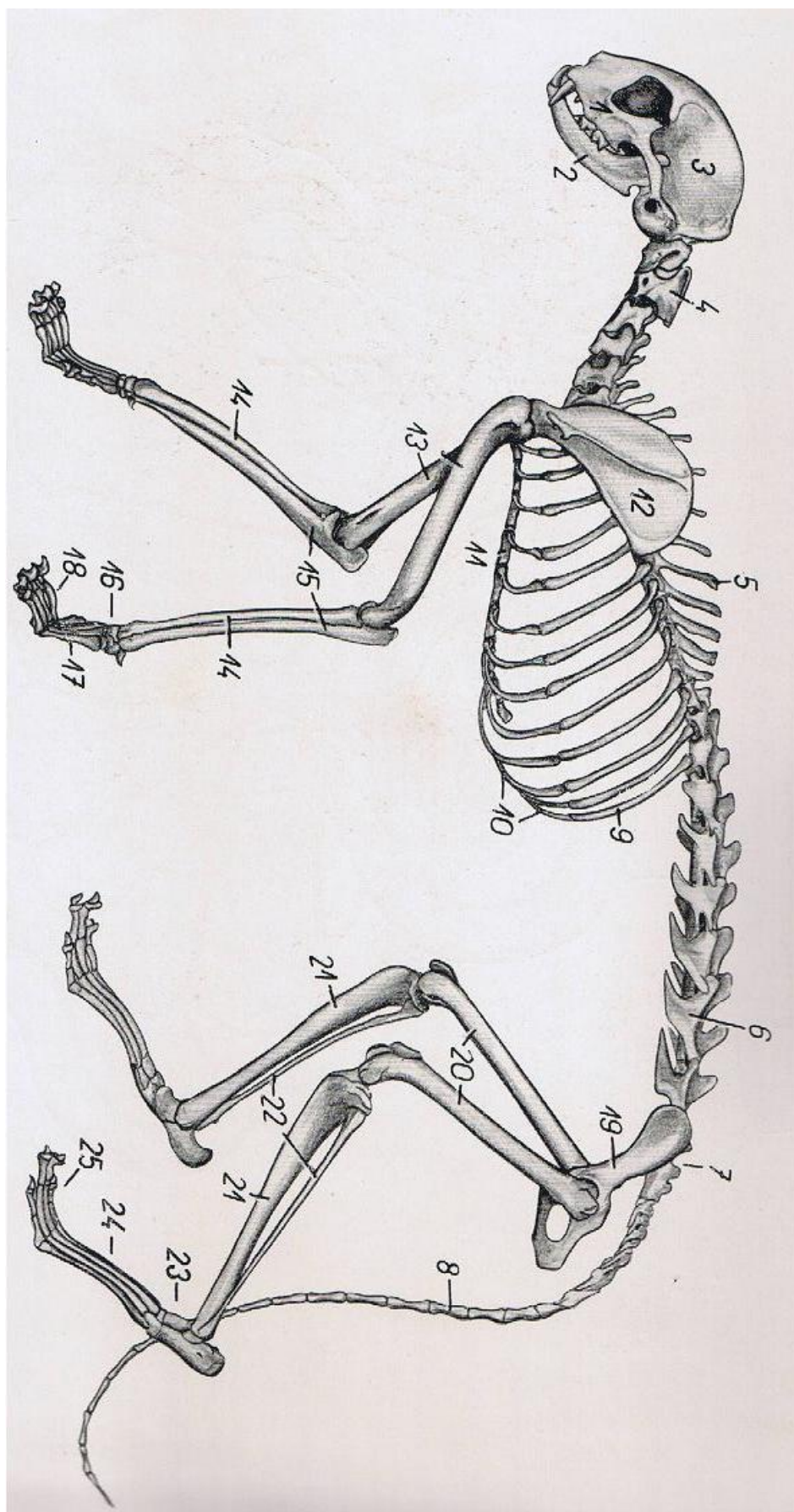
Obr. 1 [Mechanizmus synchronizácie končatín 1 (Černý, 2002)]



Obr. 2 [Cval mačky (Muybridge, 1887)]



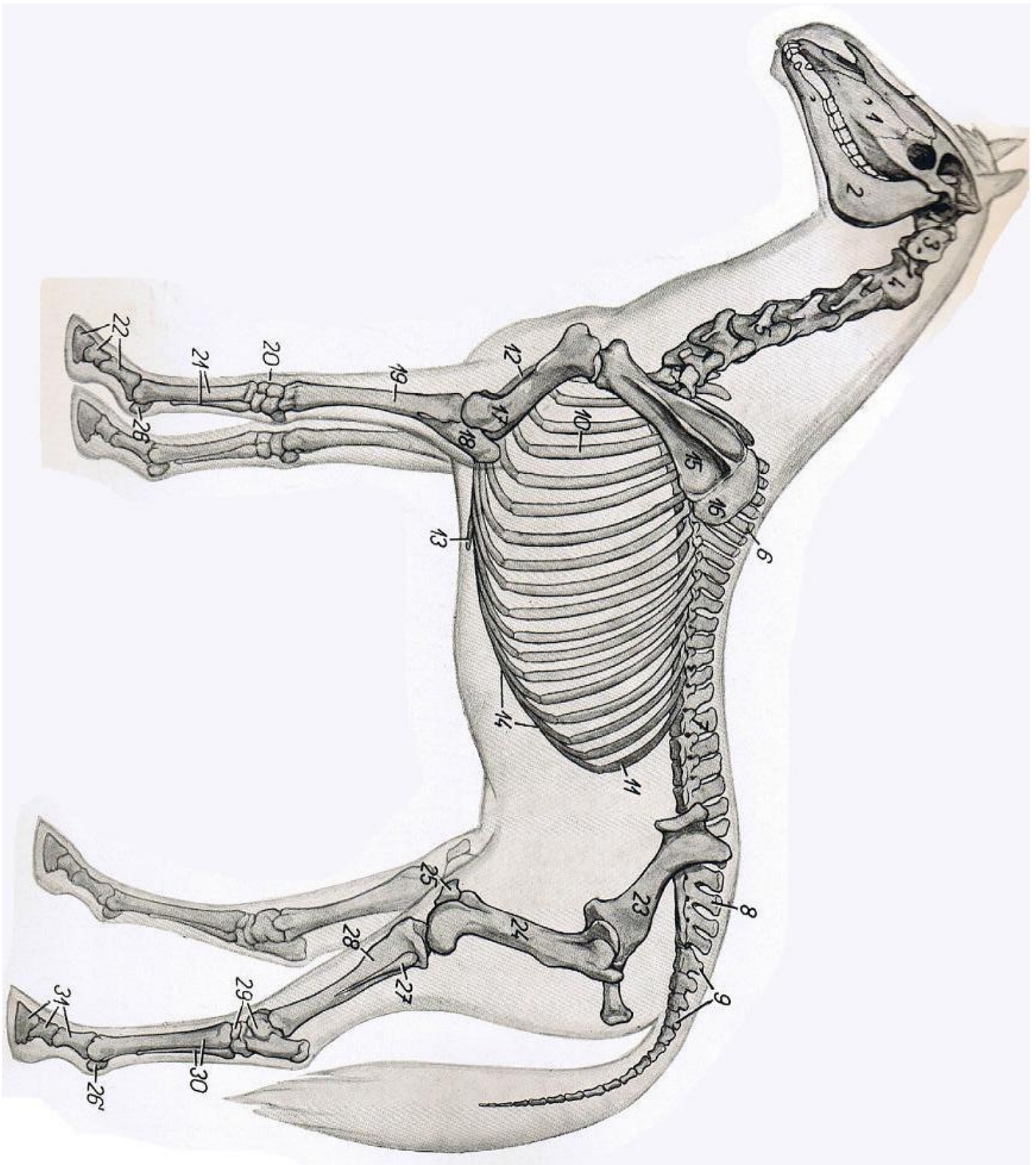
Obr. 3 [Cval koňa (Muybridge, 1887)]



Obr. 4 [Kostra mačky (Popesko,1962)]

Kostra mačky – legenda

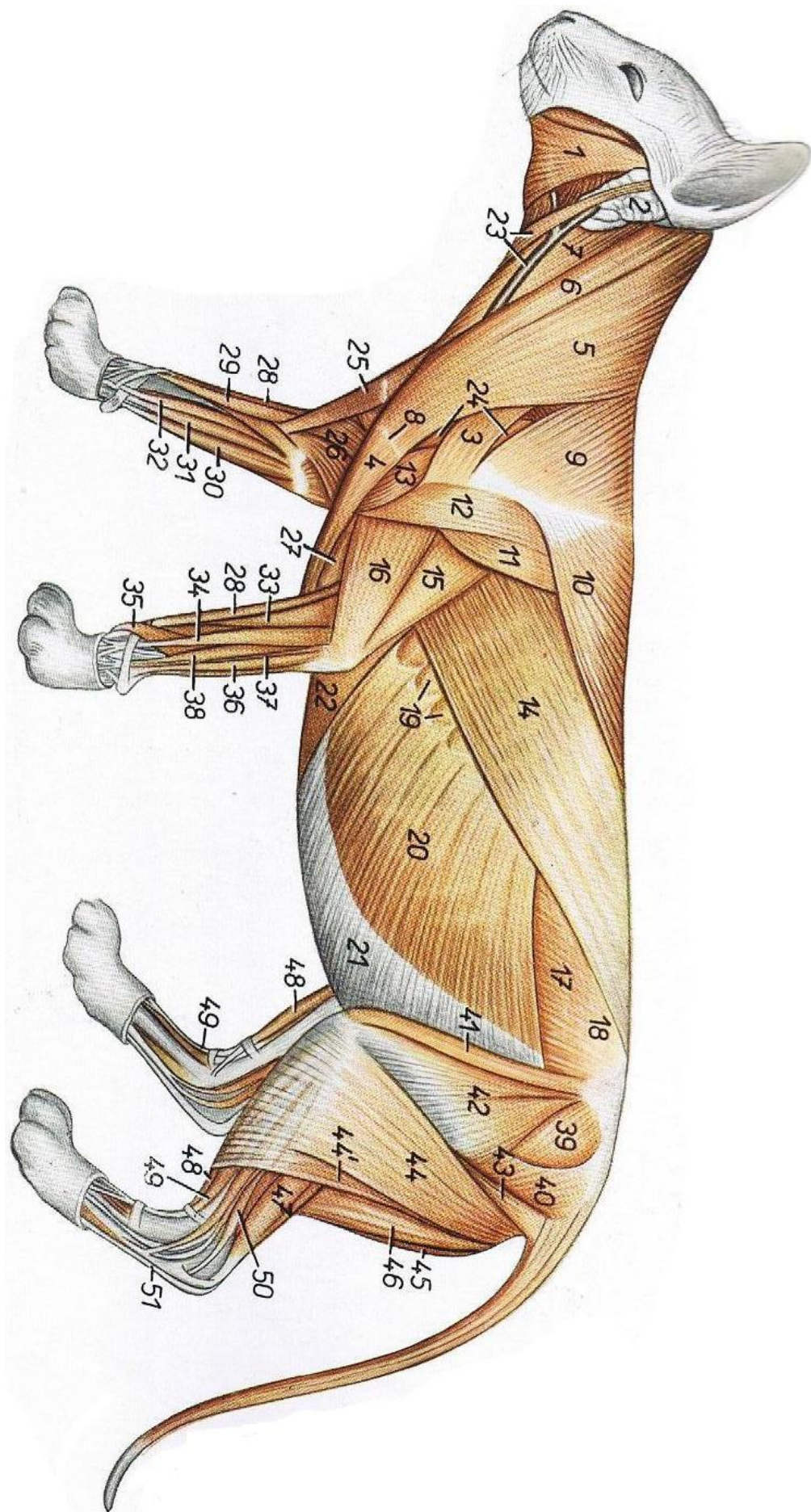
1. čeľusť
2. sánka
3. klenba lebky
4. čapovec
5. šiesty hrudníkový stavec
6. šiesty bedrový stavec
7. krížová kosť
8. 11-stý chvostový stavec
9. trináste rebro
10. rebrový oblúk
11. hrudná kosť
12. lopatka
13. ramenná kosť
14. vretenná kosť
15. lakťová kosť
16. zápästné kosti
17. záprstné kosti
18. kostra prstov
19. kostra panvy
20. stehnová kosť
21. holenná kosť
22. lýtková kosť
23. predpäťové kosti
24. podpäťové kosti
25. kostra prstov



Obr. 5 [Kostra koňa (Popesko,1962)]

Kostra koňa – legenda

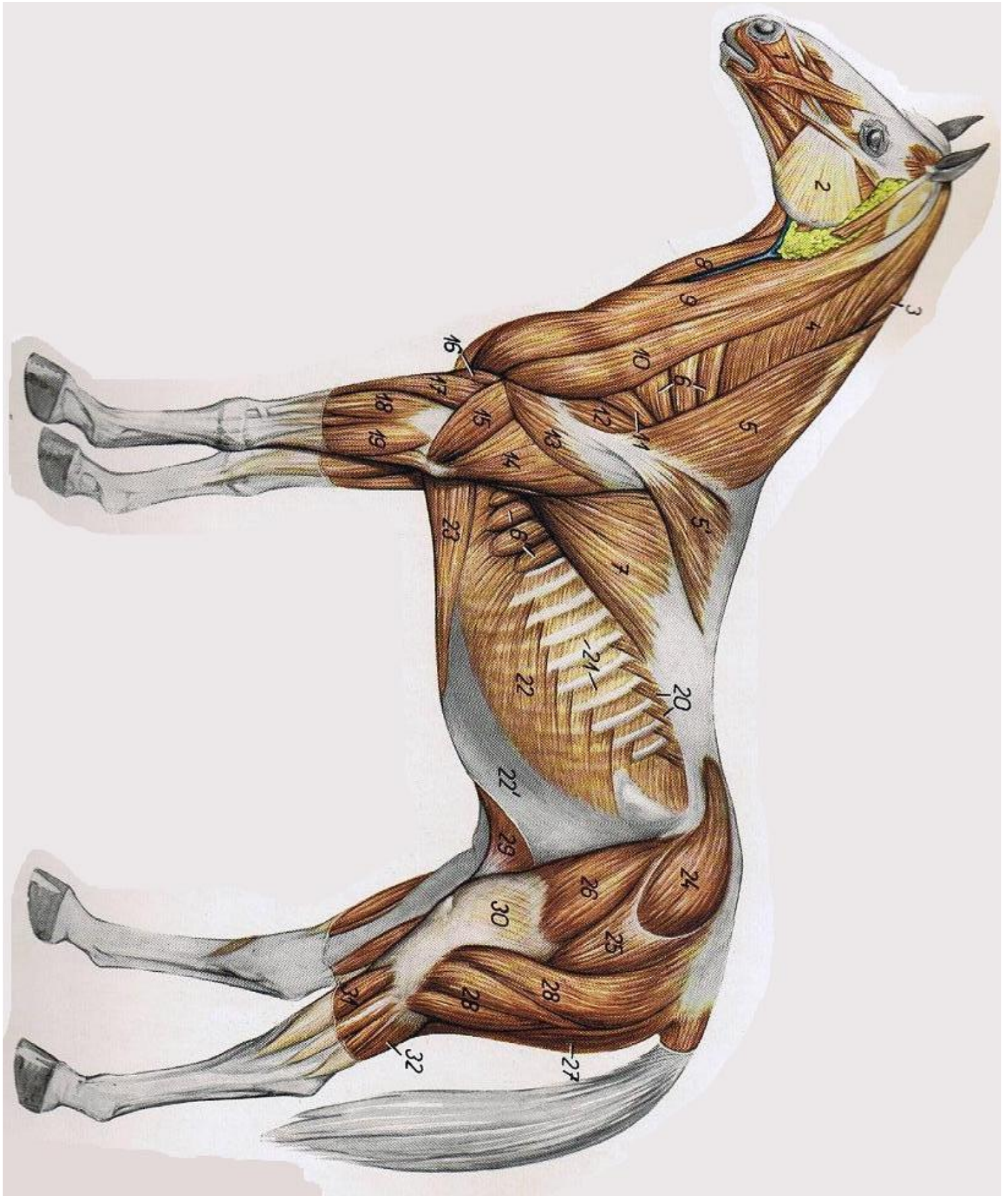
1. čeľusť
2. sánka
3. nosič
4. čapovec
5. piaty krčný stavec
6. šiesty hrudníkový stavec
7. prvý bedrový stavec
8. krížová kosť
9. chvostové stavce
10. štvrté rebro
11. osemnásťte rebro
12. hrudná kosť
13. mečovitá chrupka
14. rebrový oblúk
15. lopatka
16. lopatková chrupka
17. ramenná kosť
18. lakt'ová kosť
19. vretenná kosť
20. zápästné kosti
21. záprstné kosti
22. prstové články hrudníkovej končatiny
23. kostra panvy
24. stehnová kosť
25. kolenná kosť
26. sezamské kosti prvých článkov
27. lýtková kosť
28. holenná kosť
29. predpäťové kosti
30. podpäťové kosti
31. prstové články panvovej končatiny



Obr. 6 [Svaly mačky (Popesko,1962)]

Svaly mačky – legenda

1. hlboký zvierač krku
2. príušná slinná žľaza
3. plecovočovníkový sval
4. ramenný dvíhač hlavy
5. ramenný dvíhač krku
6. ramenný vystierač hlavy
7. kývač hlavy
8. fibrózny rudiment kľúčkovej kosti
9. krčná časť trapézovitého svalu
10. hrudníková časť trapézovitého svalu
11. podhrebeňový sval
12. lopatková časť deltovitého svalu
13. nadplecková časť deltovitého svalu
14. najširší chrbtový sval
15. dlhá hlava trojhlavého ramenného svalu
16. laterálna hlava trojhlavého ramenného svalu
17. vnútorný šikmý brušný sval
18. bedrovochrbtová fascia
19. ventrálny pílovitý sval
20. vonkajší šikmý brušný sval
21. aponeuróza vonkajšieho šikmého svalu
22. hlboký prsný sval
23. vonkajšia hrdelnica
24. nadhrebeňový sval
25. pravostranný ramenný dvíhač hlavy
26. povrchový prsný sval
27. ramenný sval
28. ramenovretenný sval
29. dlhý vretenný naťahovač zápästia
30. povrchový ohýbač prstov
31. vretenná hlava hlbokého ohýbača prstov
32. vretenný ohýbač zápästia
33. dlhý vretenný naťahovač zápästia
34. spoločný naťahovač prstov
35. dlhý odťahovač palca
36. lakt'ový naťahovač zápästia
37. vlastný naťahovač piateho prsta
38. laterálny naťahovač prstov
39. stredný zadnicový sval
40. povrchový zadnicový sval
41. krajčírsky sval
42. napínač širokej fascie
43. kraniálny odťahovač predkolenia
44. kran. časť dvojhl. stehnového svalu
45. poloblanitý sval
46. pološľachový sval
47. dvojhlavý lýtkový sval
48. predný holenný sval
49. dlhý naťahovač prstov nohy
50. dlhý ohýbač palca
51. povrchový ohýbač prstov



Obr. 7 [Svaly koňa (Popesko,1962)]

Svaly koňa – legenda

1. špiciakový sval
2. žuvač
3. krčný kosoštvorcový sval
4. remeňovitý sval
5. krčný trapézovitý sval
6. krčná časť ventrálneho pílovitého svalu
7. najširší chrbtový sval
8. sťahovač sánky
9. ramenný dvíhač hlavy
10. ramenný napriamovač krku
11. predlopatková časť hlbokého prsného svalu
12. nadhrebeňový sval
13. deltovitý sval
14. dlhá hlava trojhlavého ramenného svalu
15. lat. hlava trojhlavého ramenného svalu
16. ramenný sval
17. vretenný naťahovač zápästia
18. spoločný naťahovač prsta
19. lakt'ový naťahovač zápästia
20. dorzálny pílovitý sval
21. medzirebrové svaly
22. vonkajší šikmý brušný sval brušného svalu
23. ramenná časť hlbokého prsného svalu
24. stredný zadnicový sval
25. povrchový zadnicový sval
26. napínač širokej fascie
27. pološľachový sval
28. dvojhlavý stehnový sval
29. zvyšok veľkého kožného svalu na nadkolenovej riase
30. široká stehnová fascia
31. dlhý naťahovač prsta nohy
32. laterálna hlava dvojhlavého lýtkového svalu