

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra obecné zootechniky a etologie**



**Význam mechaniky pohybu koně pro využití  
v zoorehabilitaci**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Dominika Martínková**

**Obor studia: Zoorehabilitace a asistenční aktivity se zvířaty**

**Vedoucí práce: Ing. Barbora Hofmanová, Ph.D.**

© 2017 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Význam mechaniky pohybu koně pro využití v zoorehabilitaci" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí bakalářské práce Ing. Barboře Hofmanové, Ph.D. za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce.

# Význam mechaniky pohybu koně pro využití v zoorehabilitaci

## Abstrakt

Předmětem práce je mechanika pohybu koně s ohledem na jeho využití v zoorehabilitaci, konkrétně hipoterapii. Biomechanika je věda o pohybu těla živých bytostí. Zabývá se vzájemnou spoluprací svalů, kostí, vazů a šlach, která ve výsledku zapříčiňuje pohyb.

Na průběh pohybu má vliv především exteriér koně, svalová soustava a fyziologické procesy v těle koně.

Mechanika pohybu se běžně posuzuje spolu s exteriérem systémem lineárního popisu. Na základě této bonitace může být následně kůň příslušného plemene zapsán do plemenné knihy. Svaz chovatelů českého teplokrevníka, jakožto plemene v České republice nejpočetnějšího, používá pro popis prostornosti kroku a klusu devíti stupňů s extrémě krátký a dlouhý, odděleně jsou uváděny vady (např. stíhání, strouhání).

Pro vědecké účely je možné analyzovat lokomoci koně pomocí mechanických přístrojů a pomůcek. Za nejvíce účelný se považuje systém využívající markery, skládající se z fotodiód.

Na mechaniku pohybu mají vliv tyto faktory:

- vnitřní (genetické predispozice a vzniklé odchylky stavby těla koně)
- vnější (péče o kopyta koně, výživa, výcvik a jezdecké pomůcky)

Mezi činitele podílející se na špatné mechanice pohybu patří: asymetrie těla koně, stresové body a jejich dráždění, syndrom přecitlivělosti na podbřišník a dědičné onemocnění koně.

Napravit již vadnou mechaniku pohybu je v některých případech možné pomocí manuální terapie, akupunktury nebo masáže. Účelnější je však vzniku vad předcházet vhodnými preventivními opatřeními prostřednictvím aktivního a pasivního protahování.

V hipoterapii jsou terapeutické účinky přisuzovány především třídimenzionálnímu pohybu koně. Interakce mezi člověkem a koněm je proces oboustranný, klient by se spolu s koněm měl proto i v hipoterapii považovat jako dva prvky ovlivňující se vzájemně.

**Klíčová slova:** mechanika pohybu, kůň, zoorehabilitace, hipoterapie, biomechanika

# **The importance of movement mechanics for equine assisted therapy**

## **Abstract**

The subject of this thesis is a movement mechanics of a horse with regard to its use in zoo-rehabilitation, specifically in hippo therapy. Biomechanics is a science exploring movements of living bodies. It consists of the mutual cooperation of muscles, bones and tendons. This cooperation causes the movement.

The important factors of equine movement are an exterior of the horse, muscular system and physiological processes inside the horse's body.

Movement mechanics is usually considered together with the exterior by the system of linear description. On the basis of this assesment, the horse of a specific breed can be registered into breed book. The association of Czech hot-blooded horse which is the largest in Czech Republic uses 9 degrees to describe a spaciousness walk and trot. We report separately some defects (e.g. forging, brushing).

For scientific purposes, we can analyze the equine locomotion using mechanical devices and accessories. The most effective device is a system using markers consisting of photodiodes.

The factors affecting the movement mechanics are:

- internal (the genetic predispositions and the variations of horse's body)
- external (the hoof care, the nutrition, the training and the riding equipment)

The factors contributing to poor mechanics are the following: the horse's body asymmetry, stress points and their stimulation, the hypersensitivity syndrome girth and the hereditary horse's disease).

To repair the poor mechanics, we can use a manual therapy, the acupuncture or massages in certain cases. However more effective is to prevent the defects appropriate preventive measures via the active and passive stretching.

In hippotherapy, it is especially a three-dimensional movement of a horse which has the greatest therapeutic effects. The interaction between man and horse is the two-way process. Therefore, the client and the horse should be considered in hippotherapy as two elements interacting with each other.

**Keywords:** movement mechanics, horse, zoo-rehabilitation, hippotherapy, biomechanics

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Cíl práce</b> .....	<b>2</b>
<b>3. Literární rešerše</b> .....	<b>3</b>
3.1. Mechanika pohybu koně.....	3
3.2. Anatomie koně.....	3
3.2.1. Svalová kontrakce a pohyb .....	5
3.3. Vztah mezi lokomocí koně a fyziologickými funkcemi.....	6
3.4. Chody koně.....	8
3.5. Hodnocení mechaniky pohybu koně v chovatelské praxi .....	8
3.5.1. Přístrojové metody posuzování lokomoce koně.....	11
3.6. Faktory ovlivňující mechaniku pohybu .....	13
3.6.1. Vnitřní faktory.....	13
3.6.2. Vnější faktory.....	16
3.6.2.1. Úprava kopyt koně .....	16
3.6.2.2. Výživa koně .....	17
3.6.2.3. Výcvik koně .....	18
3.6.2.4. Jezdecké pomůcky .....	19
3.7. Činitelé podílející se na špatné mechanice pohybu .....	21
3.7.1. Asymetrie koně .....	21
3.7.2. Stresové body .....	22
3.7.3. Přecitlivělost na podbřišník.....	23
3.7.4. Dědičná onemocnění .....	24
3.8. Prevence vzniku poruch mechaniky pohybu .....	27
3.9. Náprava vzniklých poruch mechaniky pohybu .....	28
3.10. Interakce mezi koněm a jezdcem .....	30
3.10.1. Hipoterapie z pohledu člověka.....	31
<b>4. Závěr</b> .....	<b>34</b>
<b>5. Seznam literatury</b> .....	<b>36</b>

# 1. Úvod

Tématem mé bakalářské práce je mechanika pohybu koně s ohledem na jeho využití v zoorehabilitaci, konkrétně pak hipoterapii. Hlavním důvodem ke zvolení tohoto tématu pro mne byl vlastní zájem o koně a hipoterapii, jelikož se této činnosti sama začínám věnovat a znalosti vztahující se k mechanice pohybu koně k tomu neodmyslitelně patří.

Hipoterapie využívá chůzi koně pro její terapeutický účinek plynoucí z faktorů, které se podílejí na nervosvalové facilitaci člověka. Mezi tyto faktory patří především zapojení aferentních neuronů a aktivace svalů a svalových skupin odpovídající za kontralaterální pohyby.

Pohyb nohy a pánve koně v rytmickém tempu podporuje u jezdce během jízdy motorické a senzorycké vstupy. Takto vzniklé pohyby jsou podobné pánevním pohybům při chůzi lidské.

Terapeutický účinek, jeho působení, a dokonce až nenahraditelnost zvířat v rámci hiporehabilitace není jednoznačně doložen, čímž bohužel klesá hodnota této rehabilitační metody.

Existuje však mnoho studií, které se zabývají vzájemnou interakcí koně a jezdce během ježdění. Na základě tohoto sledování a možných důkazů ze studií vyplývající, se věřím budou moci postupně začít shledávat závěry naznačující pozitivní vliv koňského pohybu na ten lidský. Dle mého názoru je dále pro lepší pochopení celé této problematiky vzájemného působení mezi koněm a jezdce nutné orientovat se právě v základní mechanice pohybu koně. Mechanika pohybu koně je totiž tím základním kamenem, ze kterého bychom měli vycházet a ze kterého se mohou odvíjet další teze týkající se vlivu koně na člověka a naopak.

V hiporehabilitaci je dnes značná pozornost věnována převážně charakteru koně a jeho pohybu se přikládá již o něco menší význam ve smyslu bádání. Kůň je živý tvor a jako takový má jisté vlohy jak z pohledu charakteru, tak z pohledu mechaniky pohybu. Člověk může oba tyto aspekty, které jsou navíc vzájemně propojeny, do jisté míry sám ovlivnit. Tento vliv, ať už vědomý či nevědomý, může koni způsobit bolest, diskomfort a mnoho zlovyků. Na vzniklé problémy zapříčiněné člověkem, či jinými okolnostmi, může mít člověk naopak také pozitivní vliv. Existuje mnoho terapeutických forem zahrnujících manuální terapii koní, masáže, či akupunkturu, které má na koně obdobné preventivní i rehabilitační účinky jako na člověka. Aby mohl koňský hřbet poskytovat maximální terapeutický účinek, musí být sám o sobě maximálně sladěn.



## **2. Cíl práce**

Cílem práce je shrnout do přehledné literární rešerše dostupné informace, týkající se mechaniky pohybu koně, s ohledem na jeho využití v zoorehabilitaci, blíže pak hipoterapii. V práci budou popsány způsoby hodnocení mechaniky pohybu a faktory, které ji mohou ovlivnit, ať v negativním nebo pozitivním smyslu. Dále budou uvedeny možnosti prevence výskytu a metody nápravy získaných poruch. Závěrem budou vymezeny vady, které jsou s působením koně v tomto oboru zcela neslučitelné.

## **3. Literární rešerše**

### **3.1. Mechanika pohybu koně**

Biomechanika je věda o pohybu těla živých bytostí. Zabývá se vzájemnou spoluprací svalů, kostí, vazů a šlach, která ve výsledku zapříčiňuje pohyb (The horse magazine, 2016). Základní pohyb vzniká tahem svalů za kosti, čímž se uvedou do práce také klouby. Svaly pracují v párech, ve skupinách a tvoří také řetězce, které se dále kombinují do kruhu. To umožňuje plynulý pohyb (Higginsová a Martinová, 2009).

Pohyb koně je dle Duška (2011) charakterizován jako jeho základní vlastnost. Lokomoce končetin je popisována jako výslednice harmonické součinnosti podnětů těla, které jsou odezvou podnětů nervových, činnosti kardiovaskulárního systému a respiračního ústrojí, kostry, svalstva, šlach a vazů. Pohyb zároveň ovlivňuje fyzikální, biologické a psychické vlivy. Mechanický průběh pohybu závisí na poměru a velikosti síly a hmoty.

Špatné postavení kterékoli části těla koně potom ovlivňuje také způsob, jakým se kůň sám nese a jak se dokáže při pohybu následně vyrovnat i s jezdcem (Higginsová a Martinová, 2009).

Dušek (2011) uvádí následující fáze pohybu:

- odraz
- pohyb nad zemí
- došlap
- podpírání a nesení
- posun těžiště

### **3.2. Anatomie koně**

Nejen u koní platí, že exteriér má značný vliv na průběh pohybu daného jedince. Konkrétně pak u koně se mezi hlavní faktory ovlivňující způsob pohybu řadí především zauhlení kloubů jednotlivě i vzhledem ke kloubům ostatním, dále vzájemný postoj končetin a poměr mezi výškou a délkou těla koně (Schöffmann, 2006).

Jak Dušek (2011) připomíná, pro udržení těla v pohybu, správné nesení břemene i samotné stání koně má velký význam oblouk hrudní a bederní páteře, jehož oporou jsou přední a zadní končetiny. Spolu se svalstvem a vazy vytváří statický oblouk.

Kůň s optimální stavbou těla má dle Schöffmann (2006) volně nesenou hlavu s lehkou žuchvou, přecházející do lehce zaobleného krku. Ten by měl být dostatečně dlouhý a harmonicky končit v dlouhém širokém kohoutku. Svalstvo horní linie krku by mělo být výrazněji vyvinuto než spodní. Plec mírně šikmá, trup obdélníkového tvaru s dostatečně hlubokým hrudníkem. Samotná hloubka hrudníku může dále při posuzování koně velmi často prozradit i jistou kapacitu plic koně, která je nejen v hipoterapii velmi žádoucí.

Linie hřbetu by měla ideálně přecházet do široké zádě. Na předních končetinách s rovným postavením by měly být výrazné klouby, u zadních končetin je podstatné správné zauhlení, konkrétně u kyčelního kloubu ideálně 100°, u kolenního kloubu 140° a u kloubu hlezenního 150°. Důležité je také zauhlení spěnkových kloubů, které by se mělo vyskytovat v rozhraní mezi 50 a 55 stupni.

Lopatka není u přední končetiny pevně připojena jinou kostí, pouze svaly a pojivovou tkání, což koni umožňuje prodloužit krok a celkově zrychlit pohyb (Widdicombeová, 2009)

Kosti koně drží pohromadě šlachy a vazy, jeden dlouhý svazek šlach, tzv. šíjový vaz koně, vede od lebky koně přes celou páteř až ke křížové kosti. Tento vaz umožňuje koni unést poměrně těžké břemeno, zároveň je však hlavní příčinou, proč může změna jednotlivých částí páteře snadno ovlivnit celý hřbet, což může být pozitivním, i negativním způsobem (Schöffmann, 2006). Vliv může mít také skutečnost, že vazy obecně mají malou stahovací sílu, proto musí pracovat v součinnosti se svaly. Jsou navíc jen omezeně zásobené krví, proto dojde-li k jejich poškození, hojí se velmi pomalu (Hourdebaigt, 2012).

Hřbet koně, na kterém visí těžký trup koně a který zároveň spojuje přední a zadní končetiny, tvoří 18 hrudních, 6 bederních, 5 křížových a 15-21 ocasních obratlů. Přes hřbet koně má jezdec nejintenzivnější kontakt s koněm a spolu s hubou koně patří hřbet k nejcitlivějším místům na těle zvířete. Nejen proto by měla být právě hřbetu koně při celkovém sledování exteriéru věnována zvýšená pozornost (Schöffmann, 2006).

Hermannová a kol. (2014) přirovnává v průběhu pohybu hřbet koně, který fyzioterapeut při své práci využívá, k činnosti dvouramenných pák. Přičemž hrudní končetiny podpírají jakožto

ramena krk a hřbet, zatímco pánevní končetiny podírají ramena bedra a kříž. Pravá a levá část hřbetu a pravá a levá část beder tvoří potom čtyři samostatné aktivní plochy.

Svaly zapojující se přímo do pohybu koně jsou delší, tzn. mají delší vlákna než svaly sloužící k držení těla, jako jsou například svaly v nejhlubší vrstvě podél páteře (Higginsová a Martinová, 2009). Dynamické svalstvo, které se funkčně podílí na pohybu, má vyšší práh dráždivosti a je unavitelnější (Dušek, 2011). Patří sem například musculus deltoideus, či musculus biceps femoris.

### **3.2.1. Svalová kontrakce a pohyb**

Ke kontrakci dochází díky impulsům, které vedou nervová vlákna. Nedostane-li svalové vlákno žádný impuls, dojde k jeho uvolnění. Na základě tohoto principu rozdělují Higginsová a Martinová (2009) svalovou práci na izotonickou a izomerickou.

Při izotonické práci je výsledkem kontrakce pohyb. Kontrakci dále můžeme rozdělit na koncentrickou, kdy se sval zkrátí a dojde k pohybu, a dále na kontrakci excentrickou, kdy se sval postupně protahuje, díky čemuž je kontrolován celkový pohyb koně, zároveň se stabilizují klouby a kůň je správně podepřen. Dále dochází k absorbování otřesů a nárazů při prudkých pohybech, čehož je využito především při doskoku.

Naproti tomu při izomerické práci nedochází ke změně délky svalu, a přestože sval aktivně pracuje, nedochází k pohybu. Patří sem především držení rovnováhy, či podepírání se, například během přepravy. Higginsová a Martinová (2009) také uvádí, že hodina strávená v přepravním přívěsu znamená pro koně energeticky totéž, jako dvacet minut pohybu v klusu.

Celková vynaložená energie se během vytváření pohybu přemění v mechanickou práci pouze ze 30 %, zbylá většina energie se přemění na energii tepelnou. (Marvan, 2011)

Maximální rychlost zkrácení svalových vláken při kontrakci ( $V_{max}$ ) je u m. soleus koně, jak vyplývá ze studie Rome et al. (1990), pro jednotlivé typy vláken poměrně rozdílná. Pro typ I se rychlost pohybuje kolem 0,33 svalové délky za sekundu, u typu IIA je to 1,33 sv.d./s, u typu IIB potom kolem 3,20 sv.d./s. Stanovené hodnoty byly měřeny u jednotlivých svalových vláken při maximální aktivaci svalu, následně byl pomocí gelové elektroforézy myozinu analyzován i typ jednotlivých vláken. Variabilita polypeptidových řetězců tvořící myozin je dle zmíněné studie pravděpodobně hlavní příčinou relativně velkého rozsahu  $V_{max}$  mezi jednotlivými typy svalových vláken, který je dle závěrů studie popisován.

Rome et al. (1990) dále uvádí, že závislost velikosti zvířete na maximální rychlosti zkrácení svalových vláken při kontrakci je výraznější u pomalých svalových vláken oproti těm rychlým, glykolytickým vláknům.

### **3.3. Vztah mezi lokomocí koně a fyziologickými funkcemi**

Lokomoce koně synchronně působí s dalšími fyziologickými funkcemi těla koně, jako je například dýchání. Nádech koně ve cvalu začíná spolu se začátkem fáze vznosu a končí při dopadu nevedoucí přední končetiny na zem. Výdech přichází ve fázi, kdy na zem dopadne přední a zadní končetina zároveň. Samotný výdech v pohybu dále usnadňuje i stlačení hrudního koše během zatížení předních končetin. Tato funkční spojitost může být limitujícím faktorem při maximální minutové ventilaci zvířete v ohledu na jeho další využití (Barrey, 1999).

Dalším, často zkoumaným fyziologickým faktorem, měnící se s ohledem na pohyb koně, jsou svalová vlákna koně.

Názory vycházející z různých studií se při analyzování svalových vláken koně při zátěži rozcházejí. Jak Barrey (1999) sám uvádí, dle některých studií, kdy byla měřena délka a frekvence kroku v určité rychlosti, délka kroku přímo úměrně korelovala se zastoupením svalových vláken typu I. a IIA, tedy vlákny tenkými a pomalými a vlákny středně silnými pro rychlý pohyb, nepřímou potom s vlákny typu IIB pro rychlý a silový pohyb. Frekvence kroku pozitivně korelovala pouze s vlákny typu IIA. Jiné studie však měly ukazovat při testování mladých dostihových koní výsledek zcela opačný.

Strukturou svalového vlákna s ohledem na rozdílnou zátěž koně se zabývala také studie (Kulíšek a kol., 2007) porovnávající vzorky za použití bioptické jehly. Vzorky byly odebrány od třech zvířat různého věku i zatížení, konkrétně na svalu m. gluteus medius.

Kůň s největším zatížením měl nejsilnější červená svalová vlákna. Zastoupení bílých vláken bylo v poměru k červeným znatelně nižší, u staršího koně po sportovní kariéře bílá vlákna dokonce zcela chyběla. Vlivy pohybového zatížení jsou tak v přímé souvztažnosti s tloušťkou svalových vláken, tedy s větším zatížením na organismus roste i zastoupení oxidativních svalových vláken.

Účinky pohybu koně na jeho svalovou soustavu se zabývala studie (Guy et al., 1977). Pomocí jehlové biopsie z končetinových svalů několika koní byla sledována enzymatická aktivita LDH(laktátdehydrogenázy), CPK(kreatinkinázy), ALD(aldolázy), CS(citrátsyntázy) a dále

také koncentrace glykogenu. Měření probíhalo před, během i po tréninkovém programu, jehož cílem bylo zapojit aerobní i anaerobní práci. V průběhu tréninku se aktivita všech enzymů s výjimkou enzymu CPK(kreatinkinázy) postupně zdvojnásobil, obsah glykogenu vzrostl až o 33 %. K celkovému snížení enzymů došlo 5. týden po skončení tréninkového plánu. Za 10 týdnů po skončení tréninku koní však u všech enzymů, až na CS(citrátsyntázu), došlo k opětovnému nárůstu. Aerobní i anaerobní práce koně tak dle výsledků studie značně ovlivňuje i enzymatickou aktivitu ve svalech.

Možným vysvětlením opětovného nárůstu enzymatické aktivity by mohl být fakt, který dokládá další studie zabývající se svalovou adaptací při intenzivním tréninku koně, dle kterého způsobuje zvýšení prokrvení krevních kapilár ve svalech během pohybu koně následné udržení, tedy i snadnější opětovný nárůst enzymů ve svalech.

Dle této další studie (Essén-Gustavsson et al., 1989), zkoumající rovněž pomocí biopsie svaly několika koní během a po intenzivním tréninku, byl v průběhu zvýšené zátěže taktéž pozorován nárůst enzymu CS(citrátsyntázy), u LDH(laktátdehydrogenázy) však došlo během tréninku naopak k jeho snížení. Dále se, oproti výsledkům studie Guy et al. (1977), hladina glykogenu během tréninku snížila o 10-15 % a zvýšila se až po jeho ukončení. Stavba svalových vláken se během tréninku nezměnila, došlo pouze ke ztenčení svalových vláken typu IIA.

Se závěrem Essén-Gustavsson et al. (1989) hodnotící svalová vlákna typu IIA se však rozchází studie Serrano et al. (2000), zkoumající taktéž změny kosterní svaloviny koně při vytrvalostním tréninku a po něm, dle jejichž výsledků došlo u svalových vláken typu IIA při větším zatížení naopak k jejich hypertrofii.

### **3.4. Chody koně**

Kůň ve volném pohybu využívá všech svých přirozených chodů. Právě ve volném pohybu kůň nejlépe předvede své pohybové vlastnosti. Chůze koně je dle Barrey (1999) definována jako komplex přísně koordinovaných, rytmických a automatických pohybů končetin spolu s celým tělem koně. Pohyb může být dle své sekvence rozlišen na symetrický a asymetrický, s ohledem na způsob načasování a vzhledem k mediální rovině koně. Mezi symetrické chody patří krok a klus a mezi asymetrické cval.

Mezi základní chody patří krok, klus, cval a couvání. Mezi získané překrok, pirueta, travers, pasáž a piafa (Dušek, 2011). V rámci všech chodů se přirozeně objevují neustále výkyvy. Dle různé rychlosti a variace může být pozorován klus od shromážděného až po maximálně prodloužený, drezurní cviky piafa a pasáž jsou pak odvozené právě ze shromážděného klusu (Barrey, 1999). Chody mají být dle Duška (2011) líbivé, lehké, čisté, pravidelné, dynamické, uvolněné a pružné. V opačném případě, při nedostatku, či nepravidelnosti chodu, se jako vada označuje stíhání, strouhání, rozmetání, či kohoutí krok.

### **3.5. Hodnocení mechaniky pohybu koně v chovatelské praxi**

Posouzení biomechaniky koně je důležitou součástí jeho hodnocení. Je zpravidla subjektivní a podmiňuje ho i záměr jeho dalšího využití. Způsobů a metod, jak se dá kůň hodnotit, je mnoho. K těm často využívaným v praxi patří systém specifických značek, pomocí kterého se, jak Dušek (2011) uvádí, kompletizuje charakteristika posuzovaného jedince a získávají se tak zároveň podklady k širším chovatelským rozborům o vlivu rodičů na potomstvo, hodnocení celých linií apod. Principem tohoto hodnocení je tzv. popis do obdélníka, kdy se do určené předlohy se značkami zaznamenávají přednosti nebo vady vlastností koně. Normální projev určitého znaku tak do schématu zaznamenán vůbec není.

Naproti tomu lineární popis zevnějšku, což je novější a patrně i nejpoužívanější způsob hodnocení koně, hodnotí jedince více komplexně, a to pomocí škály v rozmezí 1 až 9. Čísla na stupnici vyjadřují úroveň vývinu znaku mezi dvěma předem definovanými biologickými extrémy. Posuzuje se zde užitkový typ zvířete, tělesná stavba, zvláště stavba končetin a mechanika pohybu. Výsledné hodnoty se dále korigují pomocí významových koeficientů, kdy jsou následně zásadní pro zápis do plemenné knihy.

Při posuzování mechaniky pohybu koně je možné zaměřit se na složky kvantitativní, kam se řadí **pravidelnost** a **délka kroku** s ohledem na **rychlost pohybu** a dále na složky kvalitativní, kam patří **kadence**, **akce**, **kmih**, **ruch**, **prostornost chodu**, a **způsob předvedení končetin** ve všech chodech koně. Tyto termíny popsané Duškem (2011) se běžně používají při veškerém hodnocení mechaniky pohybu koně.

- Pravidelnost chodu znamená střídání končetin bez prodloužení, či zkrácení určité pohybové fáze
- Délka kroku je vzdálenost mezi dvěma stopami téže končetiny. V praxi se často sledují pouze střídající se došlapy předních končetin, což jsou tedy jen půlkroky.
- Kadence je střídání končetin v určitých intervalech. Podstatnou složkou kadence je dlouhá doba nesení, která umožňuje pomalejší kadenci. V hodnocení mechaniky pohybu je právě kadence významným ukazatelem pohybových schopností koně, vyúsťuje zde totiž komplex anatomicko-fyziologických vlivů koně.
- Akce znamená způsob předvádění končetin v době jejich pohybu nad zemí. Hodnotí se zde výška a prostornost chodu koně.
- Kmih je výsledkem odrazové energie zadních končetin. Je proto žádoucí především u sportovních koní, u kterých je lehký pohyb přínosem.
- Ruch je termín pro označení rychlosti. Jestliže se mění prostornost a akce, původní kadence by měla být zachována.
- Prostornost chodu se posuzuje dle délky vykročení. Závisí na odrazové síle zadních končetin.

Aby mohl být kůň zařazen do chovu v rámci svého příslušného plemene, musí absolvovat specifické zkoušky, dle kterých je hodnocen a poté i zapsán do plemenné knihy (PK). Na základě tohoto zařazení může chovatel následně zažádat i o dotace na příslušný chov. Podmínky a pravidla hodnocení koně se mezi jednotlivými PK daných plemen mohou lišit. Právě mechanika pohybu koně je ve všech případech hodnocení velmi významnou složkou celého procesu.

#### Zkušební řád Svazu chovatelů Českého teplokrevníka (SCHČT, 2014)

Český teplokrevník je nejpočetnějším plemenem chovaným v České republice. Toto své prvenství si ponechává i přes stále rostoucí chov koní bez plemenné příslušnosti.



Svaz chovatelů Českého teplokrevníka je uznané sdružení pro chov a šlechtění plemene, jehož hlavním cílem je rozvoj chovu Českého teplokrevníka a zabezpečení a rozvoj společného zájmu chovatelů tohoto plemene. Zkušební řád zabezpečuje zásady a pravidla pro jednotlivé druhy posuzování výkonnostních zkoušek koní, dále zásady určování hodnotitelů a složení hodnotitelských komisí.

Kůň je na základě vybraného druhu hodnocení klasifikován na stupnici od 1 do 10, přičemž známka 1 se jeví jako velmi špatný, 10 potom jako vynikající. SCHČT rozděluje hodnocení koně na osm skupin.

- 1) Hodnocení hříbat pod klisnou, kdy se posuzuje především korektnost postoje, harmonický a tělesný vývin hříběte a dále také mechanika pohybu v kroku a klusu.

Svaz používá pro popis prostornosti kroku a klusu devíti stupňů s extrémě krátký a dlouhý, odděleně jsou uváděny vady (např. stíhání, strouhání).

- 2) Hodnocení plemenných zvířat a mladých koní na svodech a přehlídkách, jehož součástí je rovněž mechanika pohybu koně v kroku a klusu, tělesná stavba koně, plemenný typ a pohlavní výraz, kde je navíc zařazeno i hodnocení rámce a rodokmenu koně, vývin a zdravotní stav.
- 3) Hodnocení klisen
- 4) Předvýběr hřebců do chovu
- 5) Zkouška výkonnosti hřebců sedmdesáti denním testem, kde se hodnotí především plemenný typ a pohlavní výraz koně, stavba těla, výkonnost, pravidelnost pohybu, krok, kmih a elasticita pohybu v klusu, cval, skok ve volnosti, výcvik, jezditelnost koně, skoková zkouška a drezurní úloha pod sedlem, celkový dojem a vývin koně.
- 6) Základní zkouška výkonnosti, která zahrnuje zkoušku pod sedlem a zkoušku v zápřeži, kde se hodnotí vrozené schopnosti koně, charakter koně, ochota pracovat, skokové vlohy a celková připravenost.
- 7) Hodnocení hřebečků v testačních odchovných
- 8) Hodnocení hřebců před zápisem do PK.

### 3.5.1. Přístrojové metody posuzování lokomoce koně

S využitím mechanických přístrojů a pomůcek lze trajektorii pohybu koně měřit na základě po sobě jdoucích snímků pořízených v konstantním časovém intervalu. V praxi se využívají značky lepené na tělo koně, které jsou filmovány pomocí kinematografické, či video kamery. Následně jsou pak pořízené jednotlivé po sobě jdoucí snímky analyzovány. Kvůli nepřesnostem vznikajícím díky pohybům kůže, zejména kolem kloubů, se využívají vysokorychlostní kamery, u profesionálních je možné zachytit až 2000 snímků za sekundu. Možnosti rekonstruovat pohyb z více úhlů a stran je dosaženo díky většímu počtu použitých videokamer. Barrey (1999) však upozorňuje, že tímto způsobem se dá pracovat pouze na omezeném poli viditelnosti.

Nejvíce sofistikovaným systémem analýzy pohybu koně se zdá se být systém využívající markery, skládajícími se z fotodiod. Výhodou je poměrně kvalitní rozlišení a vysoká nahrávací frekvence, hlavní nevýhodou je fakt, že kůň musí být vybaven velkým množstvím fotodiod, vedených pomocí kabelů.

Při analýze kinetiky a dynamiky probíhá měření za pomoci elektronických snímačů reakční síly, které mohou být instalovány na specifickou desku. Účinek reakční síly je zaznamenán při kontaktu kopyta s danou deskou. Přesnost měření je v tomto případě poměrně dobrá, nevýhodou je malá plocha desky, která bývá kolem 0.5 m<sup>2</sup>. Pro nutnost snímat dynamiku v průběhu pohybu koně jsou pak vhodnější variantou speciálně vytvořené boty pro koně, které mají snímače reakční síly zabudované v sobě. Nevýhodou těchto bot je menší přesnost měření a nutné zohlednění přídavné hmotnosti a tloušťky bot.

Další metoda využívá tenzometry, které se přímo nalepí na stěnu kopyta. Technika bývá aplikována in vivo k posouzení napětí v kostech a šlachách v závislosti na reakční sílu při dopadu kopyta na zem. Cílem tohoto měření potom bývá lepší pochopení zatížení na kostní struktury a jejich možné ovlivnění během pohybu koně (Barrey, 1999).

Snímání pohybu koně na běžícím pásu popisuje studie Rhodin et al. (2003), která ke sledování využila 17 reflexních markerů umístěných na kůži koně nad hřbetní trnové výběžky, dále na levý a pravý kyčelní hrbol, hlezenní kloub a boční stěny kopyta na všech čtyřech končetinách. Markery byly na koně připevněny pomocí rychleschnoucího lepidla. Analýza pohybu byla ve studii provedena na vodorovné podložce běžícího pásu, což pro správné provedení při testování obnášelo předešlý návyk koně na běžící pás.

Ve studii bylo případně dopomáháno i sedativy. Pohyb byl snímán při rychlosti 1,7 m/s pro krok a 3,8 m/s pro klus.

Běžecský pás se velmi často používá jak pro výcvik jezdeckých koní, tak pro diagnostické účely a výzkum. V takovém případě je důležité znát možné biomechanické odchylky mezi pohybem na běžícím pásu a pohybem nad zemí.

Srovnáním kinematiky torakolumbální páteře na běžícím pásu a pohybem nad zemí, se u zdravých koní zabývala studie Gómez Álvarez et al. (2009). Pomocí infračervených kamer s použitím reflexních kožních značek připojených převážně přes trnové výběžky vybraných obratlů, bylo sledováno několik teplokrevných koní po dobu 10 sekund v klusu. Experiment byl prováděn nejprve na běžícím pásu, poté nad zemí. Sledovalo se především předozadní pružení hřbetu, laterální rozsah pohybu obratlů, úhly krku a končetin. Výsledky studie ukázaly, že na běžecském pásu byl oproti pohybu nad zemí snížen úhel mezi bederními obratli při bočním ohýbání, rozdíl byl v průměru  $1,8 \pm 0,6$  a  $1,7 \pm 0,9$  °, tedy velmi nízký. Další sledované faktory byly bez rozdílu. Závěrem lze tedy říci, že kinematika na běžícím pásu a nadzemní lokomoce není zcela totožná, avšak s velmi malým rozdílem. Při výzkumech využívajících běžecský pás by se při interpretaci výsledků měla pozornost zaměřit případně na bederní kinematiku koně.

Pozornost na posuzování správnosti pohybu koně se zvýšila především v důsledku poměrně hojně se vyskytujícího kulhání. Ranné hodnocení mechaniky pohybu a prevence je výhodným řešením z hlediska zachování kvality chovu i hlediska ekonomického (Barrey, 1999).

## 3.6. Faktory ovlivňující mechaniku pohybu

### 3.6.1. Vnitřní faktory

Každý kůň má již danou jistou konstrukci svého těla. Ta určuje, jakého výkonu je kůň schopen dosáhnout, či jakou dokáže kůň udržet rovnováhu celého těla. Nesprávná tělesná stavba může koni dokonce způsobit při jeho dalším využití i možné problémy v podobě zranění. Dle Higginsové a Martinové (2009) tedy jednotlivé části těla ovlivňují koně ve využití. Kůň se potom dle určité predispozice řadí jako kůň:

- s dlouhým hřbetem
- s vysoko nasazeným kohoutkem
- s krátkým hřbetem
- s vyšší zádí, než je kohoutek, (takový kůň má často problém se správně podsadit)

Dána je rovněž délka nohou, což v kombinaci se zešíkmením ramen ovlivňuje plynulost kroku (Higginsová a Martinová, 2009).

Na pohyb koně má vliv dále také určitý postoj končetin. V případě pravidelného postoje, kdy osy končetin směřují kolmo k zemi a mezi kopyty obou končetin je prostor široký na kopyto téže velikosti, se v závislosti na šířce hrudi rozlišuje postoj pravidelný široký a postoj pravidelný úzký s různě velkým prostorem mezi kopyty koně (distanc). Dušek (2011) popisuje odchylky od tohoto optima jako vady, které se zohledňují při hodnocení koně. U předních končetin z pohledu zepředu se, vedle pravidelného postoje úzkého a širokého, objevují postoje nepravidelné, kam se řadí postoj sbíhavý, rozbíhavý, sevřený, rozevřený, v kolenou sblížený, či v kolenou oddálený. Při pohledu ze strany je může být vadou postoj zakročený, předkročený, přikleklý, beraní nebo medvědí. Tyto odchylky často vedou k rychlejšímu opotřebení pohybového aparátu koně, nebo jeho částí.

Některé vady postoje však celkovou výkonnost koně nijak neomezují, například je-li přikleklý postoj koně kompenzován delší spěnkou. V případě krátké a strmé spěnky se ale tato odchylky postoje koně může při pohybu projevit jistou nepravidelností chodu.

K odchylkám od normálního postoje u zadních končetin patří z bočního pohledu koně postoj předstojný, zástojný a šavlovitý, kde je vada způsobena příliš ostrým hleznovým úhlem, což má za následek nedostatečnou odrazovou sílu při pohybu koně. A naposledy při pohledu zezadu může být popsán také postoj úzký, široký, kravský a sudovitý.

Odchylky postoje koně plní často stabilizační funkci a dá se u nich s velkou pravděpodobností očekávat i snížená vydatnost v pohybu koně (Dušek, 2011).

Každý kůň se rodí s jistou přirozenou šikmostí svého těla. Zatímco u člověka je tato vyhraněnost pro levou, či pravou stranu spojována především s mozkovými hemisférami, u koně je dle Schöffmann (2006) hlavní příčinou poloha plodu hříběte v těle matky v době březosti. Hříbě je v těle matky stočeno na určitou stranu, což bývá až ze 72 % doleva. Dle této strany se také zkracuje svalstvo hřbetu hříběte, zatímco svaly na straně opačné se stále prodlužují. V případě stočení doleva je po narození pro hříbě celkově snazší pohyb doleva. Nemá-li hříbě v první fázi svého života dostatek pohybu, tato přirozená šikmost se zvyšuje, což má vliv na následné formování svalstva zvířete, především pak zádě. Hříbě totiž často svou šikmost vyrovnává zadními končetinami, které došlapují mírně do strany.

V hiporehabilitaci, konkrétně pak hipoterapii je rovný kůň zvláště potřebný. Tuto práci nemůže vykonávat kůň s výraznou asymetrií těla. Rovný kůň je dle Higginsové a Martinové (2009) takový kůň, kterému jdou zadní končetiny ve stopách předních a jeho podélná osa se shoduje se směrem, kterým se kůň pohybuje.

Rozložení váhy a vyvážení koně se dá dle Hourdebaigta (2012) určit pomocí dvou bodů. Prvním bodem je místo horní třetiny lopatky, odkud vychází pohyb přední končetiny. Druhý bod tvoří kyčelní hrbol, tedy místo připojení zadní končetiny. Spojnice těchto dvou bodů tvoří přímkou, která je v ideálním případě téměř vodorovná.

Pravidelné chody, dostatečná rovnováha a celkové uvolnění koně vyplývají ze správné pozice hlavy a krku. Tento fakt vychází z toho, jak kůň nejčastěji tráví většinu svého času, procentuálně je to až 60 % z celkových denních aktivit. Tedy v jaké pozici, pro koně nejpřirozenější, se hlava a krk po většinu dne nachází.

Při pastvě

- svaly krku a hřbetu jsou natažené
- břišní svaly jsou smrštěné
- hřbet a břicho jsou zdvižené
- šíjový a nadtrnový vaz napnutý

Při odpočinku

- hlava a krk jsou pod úrovní kohoutku
- hřbet je v dobré anatomické pozici

- obratle jsou ve správné pozici
- hmotnost koně nese aparát bezúnavného stání

Tyto poznatky tak můžeme snadno přenést, jakožto ukazatele správného pohybu, při samotném ježdění, kdy kůň na svém hřbetě nese jezdce. Dá se tak tvrdit, že správná mechanika pohybu takového koně záleží na tom, je-li kůň v podobné pozici, jako při svém odpočinku. Potom u něj dochází k uvolnění nejdelsího svalu zádového, což má za následek to, že hřbet dobře pruží. Zároveň se posilují břišní svaly. Flexe páteře, (pro představu podobně jako střelecký luk), přebírá část hmotnosti jezdce. Kůň je i s jezdcem schopen prodloužit nebo naopak zkrátit jednotlivé kroky, jelikož se do práce zapojují ty správné svaly. Koordinace těla je plynulá, rovnováha koně stabilní. Zároveň dochází k podpoření celkové mentální i fyzické vyrovnanosti koně, tedy k požadovanému uvolnění (Higginsová a Martinová, 2009).

Poloha a délka krku koně, má v rámci biomechaniky prostřednictvím anatomických propojení s trupem koně, přímý vliv také na zád' koně. Skutečnost, kdy je hlava umístěna příliš nízko a krk je tím tak nepřírozeně zkrácen, může mít za následek mnoho pohybových poruch koně a zároveň může být příčinou některých zdravotních obtíží koně (The horse magazine, 2016).

Výše uvedená fakta potvrzuje také studie Rhodin et al. (2005), zkoumající vliv polohy hlavy a krku na zadní oblast těla koně při pohybu. Při této studii bylo měřeno osm teplokrevných koní na běžícím pásu v kroku a v klusu, ve třech předem určených pozicích hlavy, stimulovaných otěžemi. Studie provedeným výzkumem dokazuje, že pozice hlavy a krku při pohybu výrazně ovlivňuje pohyby hřbetu koně. Je-li hlava a krk příliš vysoko, je omezeno předozadní pružení hřbetu, rovněž tak rotace trupu, což je dle Hermannové a kol. (2014), pro fyzioterapii biomechanicky nejcennějším. Zároveň je ovlivněna i délka kroku koně, která byla ve studii nejkratší s hlavou ve vysoké poloze. Na rozdíl od kroku, v klusu pozice hlavy na celkový pohyb koně vliv de facto neměl.

Hipoterapie je často prováděna na tvrdém povrchu, s čímž se pojí i silnější otřesy a nárazy na celkovou konstituci těla. To, jak kůň otřesy a nárazy vnímá, záleží především na dopadu kopyt, jejichž hlavní úlohou je právě absorbování nárazů při pohybu. Dalším aspektem mající na koně vliv je hmotnost spolu s rychlostí, jakou se kůň pohybuje, tedy čas, kdy kopyto setrvává na zemi, než se opět zvedne. Čím kratší je tato doba, tím větší je vynaložená síla na kopyto. Hrudní končetiny jsou vystaveny větším otřesům a nárazům. Pohyb koně vychází se zadních končetin, přední končetiny nesou většinou váhu celého těla. Těžiště leží v srdeční krajině (Higginsová a Martinová, 2009).

## **3.6.2. Vnější faktory**

### **3.6.2.1. Úprava kopyt koně**

Pomalé putování na dlouhé vzdálenosti, jak tomu bylo u koní v minulosti běžné, si vyžadovalo značné přizpůsobení složitých struktur koňských kopyt. Zatímco na tvrdém povrchu, v suchém a nerovném terénu, se růst a opotřebení udržovaly postupným obrušováním zcela v rovnováze, koně žijící divoce ve vlhčích podmínkách, měli kopyta delší a širší. V měkkém terénu se jim kopyta neobrušovala, svou ideální délku si udržovaly díky postupnému lámání.

Domestikací se na koně začaly klást větší nároky, zahrnující relativně náročnou práci, spolu se zátěží způsobenou hmotností jezdce. Rovnováha mezi růstem a obrušováním kopyt je tak často narušena, což je většinou hlavní příčinou k podkování koní (Widdicombeová, 2009). Pro koně pracující v hiporehabilitaci je terén, ve kterém se pohybuje, často podstatnou složkou pro správný účinek terapie, proto je zde otázka nutnosti podkování poměrně často diskutovaná.

Dle Duška (2011) musí být kůň, pracující v tahu, pod sedlem, či jako soumar, pro efektivní pracovní využití podkovan. Je zřejmé, že s koněm, který je podkovaný, lze pracovat bez předchozí úpravy kopyt, související s nadcházející zátěží. Odpadá tím také starost, týkající se otlaků, či přílišného opotřebení kopyt, která nastává v případě bosých kopyt. S koněm lze pracovat rovněž častěji nebo naopak zřídka, bez ohledu na stav jeho kopyt. Ať už je terén jakýkoli, výkon podkovaného koně se během výcviku v jeho závislosti nemění. Ze zdravotního hlediska může podkova sloužit jako stabilizátor špatného kopyta po zranění, či nemoci a v neposlední řadě, je-li kůň geneticky náchylný k nekvalitním kopytům, podkování může být řešením, jak přesto prožít užitečný pracovní život.

Přibití podkov znamená vždy jistý kompromis. Někdy je tato varianta ku prospěchu více koni, někdy jezdci (Widdicombeová, 2009). Dušek (2011) ve své publikaci přiznává i nepříznivý dopad podkování, jelikož u kopyta s podkovou nedochází k samovolné úpravě rohoviny, kopyto se prodlužuje a podkova, někdy navíc s ozuby, zvýší těžiště koně a sníží tak jeho stabilitu. Rohovina kopyta může být dále také porušena, když je podkova přibíjena pomocí podkovářských hřebů. Kopyto vlivem podkov časem zakrní, jelikož nejsou dostatečně stimulovány jeho jednotlivé struktury, které se často zdeformují a začnou koni působit jistý diskomfort. Příkladem je zmenšení střel a zúžené, nebo podsuté patky.

Widdicombeová (2009) dále upozorňuje, že podkováním se díky silnějšímu přenosu nárazu kopyta o zem, zvyšuje také zátěž na šlachy, vazy a klouby. To má za následek větší pravděpodobnosti vzniku špánků, kulhání a dalších problémů. Hřebíky v kopytě zároveň oslabují celistvost kopytní stěny, čímž do kopyta snáze vstoupí možná infekce. Podkovy potom mohou maskovat již vzniklou infekci, dále také projevy degenerativních struktur kopyta, či rané kulhání. Vzniklý problém je tak často řešen až ve chvíli projevujícího se vážnějšího stádia onemocnění kopyta.

V rámci pracovního zařazení koně dle určitého plánu, může ztráta podkovy znamenat jeho okamžité vyřazení z provozu, dokud je kopyto ošetřeno a podkova znovu přibita.

Možnou alternativou pro bosá kopyta mohou být botičky. Botičky lze využít jak v rehabilitaci, tak v klasickém ježdění. Často jsou používány pouze na přední kopyta, jelikož jsou přední kopyta obecně více zatěžována (Widdicombeová, 2009). Tuto skutečnost potvrzuje také fakt, že těžiště koně se nachází poblíž točné osy lopatek. Na přední končetiny je tedy vyvíjeno výraznější zatížení, dle Duška (2011) je to až 1,5krát více, než je tomu u kopyt zadních.

Význam kopyt koně při pohybu se se svou studií snažili doložit také Ireson a Cunliffe (2014), kteří zkoumali možnou korelaci mezi nerovnoměrnou velikostí kopyta a pánevním vychýlením koně. Měření proběhlo u 30 zdravých koní v časových intervalech zahrnujících i korekturu kopyt. Výsledky studie ukázaly, že ventrální pánevní otáčení přímo úměrně ovlivňuje růst kopyta do šířky na kontralaterální přední končetině a dále i délku kopyta na ipsilaterální straně. Studie tak poskytuje důkazy o statisticky významném vztahu mezi sladěním pánevních pohybů a růstem kopyt na předních končetinách koně. Nerovnoměrný růst kopyt tak může být vyrovnávacím účinkem pánve, vycházející ze špatného pohybu.

#### **3.6.2.2. Výživa koně**

Korektní pohyb koně bude vždy podmíněn také optimální tělesnou kondicí, která závisí spolu s tréninkem koně na poměru přijímaných živin a je utvářena společně s pohybem koně na jednoduchém principu příjem – výdej. Dle Schöffmann (2006) by se měla denní krmná dávka pro koně při průměrné střední zátěži skládat z 3-4 kg jaderného krmiva, z 1 kg na 100 kg tělesné váhy koně suché píče a podstatnou složku zde tvoří také voda, jejíž denní spotřeba se odvíjí řadou faktorů jako je například roční období, či zátěž. Průměrně kůň vypije 30 až 60 litrů vody za den.



Jak uvádí Vogel (2012), výsledný efekt krmení koně, zároveň také pracovní připravenosti koně k příslušnému zaměření je dobré sledovat a mít tak kontrolu, zda se kondice koně neposouvá námi nechtěným směrem. Takovýmto ukazatelem může být hmotnost těla, která se dá poměrně snadno vypočítat změřením obvodu hrudníku a délky koně a následným dosazením do vzorce, kdy platí  $\rightarrow$  hmotnost koně (kg) = obvod hrudníku<sup>2</sup> (cm) x délka těla (cm): 12000.

Hypotalamické mechanismy regulující chuť při přijímání krmiva a energetickou rovnováhu v těle zabezpečuje hormon bílkovinné povahy leptin. Ten je produkován tukovými buňkami a jeho celková koncentrace je přímo závislá na tukových zásobách v těle. (Buff et al., 2005) U obézních jedinců je hladina leptinu zvýšená, zatímco u štíhlých nízká, v případě malnutričních stavů je potom adaptační reakcí na dlouhodobé hladovění hladina hormonu snížena výrazně. (Smitka, 2011)

Dle studie (Amato et al., 2011) zkoumající hladinu leptinu v plasmě koně v závislosti na jeho zátěži tato hladina při intenzivním zatížení podstatně klesá, což je vysvětleno právě jako následek postupné adaptace energetické rovnováhy zvířete.

### **3.6.2.3. Výcvik koně**

Při pohybu vpřed vzniká mezi koněm a jezdcem interaktivní biomechanický vztah. Konkrétně při hipoterapii je reakce trupu klienta závislá na akci hřbetu a beder koně. Na základě této skutečnosti je patrné, že pro terapii není automaticky vhodný kterýkoli kůň. Člověk však může koně vhodným tréninkem pro práci s jezdcem dobře připravit a případné pohybové nedostatky zlepšit (Hermannová a kol., 2014).

Výcvik koně je nekončící proces, který je nutno neustále opakovat a dále prohlubovat. Schöffmann (2006) rozděluje výcvik koně do dvou částí, a to na práci základní a tzv. nastavbovou. Do té základní je zařazen takt, uvolnění, přilnutí a prostupnost koně, do té nastavbové autorka dále řadí například kmih nebo shromáždění koně. Je otázkou, zda je takovýto výcvik nutný pro každého koně, přesto jak Schöffmann (2006) dále uvádí, každý kůň by měl mít jistou základní jezdeckou průpravu.

Kůň nebyl stvořen k ježdění. Mladému koni se při prvním nasednutí jezdce na jeho hřbet křečovitě stáhnou zádové svaly. Je-li kůň správně uvolněný, což je jedním z hlavních cílů výcviku, jeho hřbet pod jezdcem klesne a skutečnou jezdcovu váhu nese kostra koně, bez pomoci zádových svalů (The horse magazine, 2016). Dle Higginsové a Martinové (2009) je podstatou a cílem tréninku mladého koně pomalu, ale jistě rozvinout správné svalstvo, aby si

kůň dokázal poradit s kteroukoli disciplínou. Na tento základ navazuje výcvik terapeutický, tedy výcvik pro konkrétní využití koně v jeho budoucnosti.

Kůň je vodičem veden zpravidla po své levé straně. Studie zaměřená na hledání možných příčin kulhání, se snažila analyzovat vertikální pohyb hlavy a pánve pomocí validovaného snímače chůze a zjistit tak možné odchylky symetrie pohybu koně v závislosti na straně, odkud je kůň veden. U 23 koní byl opakovaně zaznamenán pohyb s vodičem na levé i pravé straně. Závěry studie však ukázaly, že strana, odkud je kůň veden, nemá na jeho pohybovou symetrii významný vliv. Tvzení, že by se strana vodiče měla střídat, proto dle studie nemá své opodstatnění v souvislosti s pohybem koně (Hopkins and Pfau, 2014).

#### **3.6.2.4. Jezdecké pomůcky**

Sedlo je považováno za jednu z hlavních příčin způsobujících bolest zad koně, zatěžování je dokonce významným etiologickým faktorem vzniku syndromu kissing spines (KSS). Skutečné účinky sedla a hmotnosti působící na hřbet koně při pohybu však zatím nebyly dostatečně prozkoumány.

Studie Coocq et al. (2004) získávala data u několika koní s použitím běžícího pásu, postupně sledovala pohyb koně zcela bez zátěže, pouze se sedlem na hřbetě, a nakonec i pohyb koně se sedlem a břemenem o určité hmotnosti. Pohyb byl zaznamenán ve všech základních chodech. Výsledek studie ukázal, že změna lokomoce koně nastala pouze v případě, kdy kůň nesl sedlo i břemeno. Celkový pohyb hřbetu, především v oblasti L3 a L5, byl prodloužen, avšak rozsah pohybu zůstal stejný. Změnila se kinematika končetin, kdy se snížila prostornost chodu předních končetin. Shrnutím studie je fakt, že sedlo o určité váze prodlužuje pohyb zad koně v pohybu, což může přispět k poranění měkkých tkání a vzniku KSS.

Syndrom kissing spines je poměrně častý a mnohdy náhodně objevený stav vyskytující se u klinicky zdravých koní, odborně se dá popsat jako překrývání se trnových výběžků. Při diagnóze tohoto onemocnění je na RTG patrné zbytnění horních částí trnových výběžků hrudních, či bederních obratlů, které se mohou vzájemně dotýkat, případně i srůstat. Tento stav je nevratný, často ho provází zánětlivé, až degenerativní změny a přetrvávající bolestivost zad koně. Syndrom vzniká dle Švehlové (on-line) nejčastěji při pádu koně, či při špatně provedeném skoku, kdy dochází k výrazné zátěži meziobratlových vazů a kloubů. Větší dispozice k tomu mají tak koně s kratším hřbetem, u kterých jsou trnové výběžky blíže u sebe.

Léčba prostřednictvím kortikoidů s pomocí pravidelné fyzioterapie trvá zpravidla několik měsíců, možnou alternativou může být i operace. Je proto důležitá především prevence vzniku KSS, která zahrnuje posílení břišních svalů a celkový trénink pružnosti páteře spolu s okolními svaly. Na základě těchto faktů lze předpokládat, že riziko vzniku tohoto syndromu stoupá v případě, jsou-li koně využíváni všestranně, vedle terapeutického zaměření především skokově.

Bolest hřbetu je jedním z nejčastějších a nejméně pochopitelných problémů u koní. Příčiny se často hledají ve špatně padnoucím sedle. Syndrom "cold back" volně přeloženo jako „zamrzlá záda“, je syndrom přetrvávající bolestivosti a tuhosti hřbetu v závislosti na sedle.

Poranění měkkých tkání, poškození svalů a vazů kolem hřbetu je dle Coocq et al. (2004) až u čtvrtiny koní hlavní příčinou následných úrazů koní při ježdění. Chronická bolest svalů může způsobovat špatně vyvíjející tlak sedla na záda koně s jezdcem na hřbetě. Následné problémy zad, jako je například syndrom KSS, jsou nejčastěji detekovány v oblasti sedla, mezi 12. a 18. obratlem. Tato oblast bývá porušena až u 30 % jinak zdravé populace koní. Jak studie Coocq et al. (2004) upozorňuje, právě syndrom KSS je z největší části zapříčiněn špatně padnoucím sedlem a přílišným tlakem, který je na hřbet vlivem jezdce vyvíjen.

## 3.7. Činitelé podílející se na špatné mechanice pohybu

### 3.7.1. Asymetrie koně

Asymetrie, tedy křivost koně, může vycházet z několika faktorů.

#### Vrozená asymetrie

V tomto případě je jedna končetina koně zpravidla delší, než končetina druhá již od narození koně

#### Lateralita

Dominance, upřednostňování levé nebo pravé strany, což vzniká na základě převahy jedné mozkové hemisféry nad druhou. Jak ale Schöffmann (2006) ve své publikaci uvádí, lateralita nemá na asymetrii koně přílišný vliv a křivost koně autorka vysvětluje spíše závislostí polohy hřiběte v těle matky v době březosti – viz. kapitola 3.6.1.

#### Rozdílná zátěž

Asymetrie může vzniknout díky špatnému výcviku koně, kdy se posiluje jen určitá část těla, zátěž na jednu stranu trvá déle než na stranu druhou, což způsobí nestejněměrný vývoj svalstva.

#### Bolest

Příčina křivosti vycházející z nepohodlí, či dokonce bolesti, kdy se kůň tuto bolest snaží kompenzovat určitým zakřivením svého těla.

#### Zranění

Zranění, která způsobí výraznější ovlivnění měkké, či tvrdé tkáně, mohou způsobit asymetrii taktéž, v tomto případě díky úbytku svalové hmoty na postiženém místě.

Kůň se se svou asymetrií následně často vyrovnává pomocí hřbetu, kdy se energie z pánevních končetin šíří páteří přes křížo-kyčelní kloubní spojení. Anatomicky se hřbetní obratle smrští, čímž podepřou obratlové kloubní spoje pro rovnou pozici jednotlivých obratlů. V případě, že jedna končetina vnáší do pohybu více energie než druhá, může vzniknout křivý pohyb. Důsledkem křivosti může být dále také asymetrický vývoj svalstva koně, díky kterému vzniká další křivý pohyb a který tak může být naopak i jako následek prvotního křivého pohybu. Jestliže je kůň v nepohodě, bolesti, či podstupuje nevyvážený výcvik, může u něj dojít ke zvýšenému vývinu svalstva na upřednostňované straně těla (Higginsová a Martinová, 2009).

Při dlouhodobé zátěži je mnohdy obtížné včas odhadnout únavu koně a předejít tak možným zdravotním následkům. Při studii Nissen et al. (2014) prováděné v Dánsku a Německu se na základě měření 45 koní snažili možné změny v pohybu koně vlivem zátěže analyzovat. Pomocí videozáznamů byli koně měřeni den před vytrvalostním závodem a poté bezprostředně po něm. Na základě výpočtu a následném poměření indexu symetrie byl zjištěn výrazný pokles symetrie po zátěži. Je však nutno brát v potaz také okolní podmínky prostředí jako je povrch, podnebí, či celková kondice koně. Přesto může být při dlouhodobé zátěži právě snížená symetrie pohybu jedním z prvních indikátorů ke vzniku zranění koně.

### **3.7.2. Stresové body**

Fakt, že se někteří koně začnou bez zjevné příčiny najednou při čištění, či například sedlání zuby ohánět po člověku, je často prisuzován špatnému naladění koně. Toto chování je mnohdy trestáno, aniž by člověk po příčině této změny pátral. Velmi často v tom mají roli stresové body, tzv. trigger points. Jde o mikrospamy, tedy makrotrhlínky svalových vláken, které postihují pouze několik vláken v celém svalovém snopci, avšak křeč mohou vyvolat v celém svalu. U koní pracujících s klienty, by se z hlediska bezpečnosti měla brát tato možná příčina zvlášť v potaz.

#### **a. Aktivní stresové body**

Ve stresovém bodě právě probíhá zánět, zanícení způsobuje větší citlivost místa, případně také otok.

#### **b. Latentní stresové body**

Místo je bez zánětu

Při zánětu je viditelný zjevný otok, na pohmat je místo ztvrdlé, tuhé, o velikosti hrášku, může i hřát. Problém nastává u stresových bodů, ve kterých neprobíhá akutní zánět, jelikož se velmi těžko poznají. To však nic nemění na faktu, že koni nezpůsobují diskomfort.

Stresové body nejčastěji vznikají, vystavujeme-li koně velkému mechanickému stresu, jako je monotónní zátěž, náročný trénink, nedostatečná rekonvalescence apod. Při nadměrné zátěži tyto body vznikají v kombinaci zvýšeného množství kyseliny mléčné ve svalu s podrážděním koncové části motorického nervu, a to především v masité části svalu. Jestliže vznikne svalové trauma v určité části těla koně například úrazem, nebo také natažením svalu, v případě nutné rekonvalescence vznikají stresové body jako kompenzace bolavých svalových

partii. Jde o přirozenou reakci uzdravujícího se těla, která může při zanedbání tohoto zánětu do budoucna přinést další zánět a bolest.

Stresové body bývají lokalizovány především na počátečních šlachách, tedy tam, kde dochází ke spojení svalu s nepohyblivou částí těla při koncentrické kontrakci. Šlacha, na rozdíl od druhé, úponové, spojující sval s pohyblivou částí, bývá celkově silnější, a to především díky náporu při mechanickém tahu. V důsledku práce svalů celého těla antagonistická skupina musí ztuhnutí svalů kompenzovat, aby nedošlo ke ztrátě hybnosti. Mechanický stres tak proto působí také na ně. Je-li kůň unavený po nadměrné zátěži, či trpí chronickou bolestí například po starém zranění, či artritidě, stresové body se u něj vytvoří poměrně snadno (Hourdebaigt, 2012).

Mnohé studie stresových bodů u lidí (Shah et al., 2005; Itoh et al., 2004) prokázaly abnormální spontánní elektrickou aktivitu a lokální reakce škrbnutí v místech stresových bodů. Veterinární fyzioterapeutka J. Macgregor a veterinární akupunkturistka D. G. Von Schweinitz se ve své studii (2006) snažily blíže prozkoumat elektromyografické a další vlastnosti stresových bodů ve svalu koně, konkrétně u hlubokého svalu pažního, v porovnání s lidskou svalovou tkání. Byli zkoumáni čtyři koně s chronickými příznaky bolesti v určitých místech a sníženou výkonností, kteří vykazovali známky přítomnosti stresových bodů. Stresové body byly lokalizovány palpačně, na základě čehož začali být koně léčeni mj. pomocí akupunktury. Pomocí EMG jehly byla v průběhu akupunktury sledována elektromyografická aktivita svalů na místě 25 stresových bodů a nedalekých kontrolních bodů. Na všech těchto místech byla zaznamenána spontánní aktivita, nejvýraznější aktivita byla zjištěna v průběhu působení tlaku na místa stresových bodů. Koňské stresové body mohou být tak poměrně dobře identifikovány, dle výsledků studie mají podobné objektivní příznaky a elektrofyziologické vlastnosti jako SB u lidí, avšak u koní nelze při studii pracovat se vzory subjektivní bolestivosti.

### **3.7.3. Přecitlivělost na podbřišník**

Přecitlivělost na podbřišník jako syndrom, kdy kůň při sedlání a utahování podbřišníku vykazuje známky protestu a bolesti, je poměrně často viděným jevem u koní bez ohledu na jejich další využití. Citlivost na podbřišník se neobjevuje pouze u jezdeckých koní, ale také u hříbat a neobsednutých mladých remont. Možnou příčinou může být úraz hrudníku, etiologie tohoto problému je však doposud nejasná. Novodobé výzkumy poukazují na to, že poranění hrudního koše, či pouhé trauma při porodu může u koní v dospělosti způsobit zvýšenou reaktivitu na podbřišník.

Bolest v oblasti kohoutku, či abnormální citlivostí hrudníku za loktem nejčastěji způsobuje nepadnoucí sedlo. Dle Švehlové (2002) tímto trpí více jak polovina jezdeckých koní. Příčina tohoto problému pramení pravděpodobně z dysfunkce kloubů mezi žebry a obratli, vzniklá bolest je pak způsobena především díky mezižeberním nervům, jejichž dráhy tudy vedou.

Kůň při utahování podbřišníku zpravidla nafoukne hrudník, čímž sníží působení tlaku podbřišníku na svá žebra a uvolní se až po dotažení. Koně s více rozvinutým syndromem přecitlivělosti mívají často zkrácené chody hrudních končetin do doby zahřátí, rovněž je omezen pohyb lopatek, které jsou staženy k sobě. Kožní citlivost v místě podbřišníku znamená zvýšenou reaktivitu svalů v dané oblasti. Lechtivost v oblasti za loktem je pro koně přirozená. Avšak u přecitlivělého koně dojde při poklepání na místo za lopatkou k výraznějšímu svalovému záškubu, kůň může i poklesnout v lopatce. Poklepání za lopatkou vyvolá odpověď u mnoha svalových skupin. Stresové body zvýšené dráždivosti jsou normálně hmatatelné na musculus trapezius, nedaleko trnových výběžků obratlů odpovídajících postižených žeber. Při svalovém záškubu, či lokální svalové kontrakci, se může citlivost rozšířit různě daleko. Nejčastěji je to mezi 4. a 5. žebrem. Impuls se poté přesouvá také na prsní svaly, až do mezižeberního prostoru. Při přehlížení problému vzniká nebezpečí rozšíření přecitlivělosti prsních svalů před lopatkou také na hřbet, až do středu hrudníku (Švehlová, 2002).

Dle Bowen (2017) může vzniknout averze na podbřišník při nedostatečném navyknutí koně na podbřišník nebo jako reakce na přílišné stlačování prsních svalů při dotahování sedla. Někteří koně vyjadřují averzi vůči podbřišníku na místě prsních svalů s lokalizovanými stresovými body. Dle studie, která se zabývala stresovými body v souvislosti s působením podbřišníku, se přecitlivělost výrazně zlepšila po odstranění lokalizovaných stresových bodů. Lze se tedy domnívat, že příčinou zkoumaného problému jsou často právě stresové body.

#### **3.7.4. Dědičná onemocnění**

Svalová dystrofie je svalová porucha definovaná jako dlouhotrvající kontrakce určité skupiny svalů, vyvolaná spontánně nebo pohybem. Zvířata jsou celkově citlivější a vykazují známky výrazné svalové hypertrofie a svalové hypertonie, zejména v oblasti hýždí a předních i zadních končetin. Pokročilá stádia se projevují slabostí, svalovou atrofií, kyfoskoliózou a kolikami.

U lidí se toto genetické onemocnění vzhledem k pleiotropnímu působení defektního genu spojuje s problémy nervosvalového systému, dále ovlivňuje také imunitní, gastrointestinální a endokrinní systém. U koní je klinická, elektrofyziologická a histopatologická podobnost s myotonicou dystrofií člověka až překvapující, avšak vliv genetických faktorů a způsob dědičnosti zůstává zatím nedefinován (Nol and Deprez, 2005).

Mezi další geneticky podmíněné onemocnění kosterní svaloviny se řadí hyperkalemická periodická paralýza (HPP). Toto pojmenování je ovšem dle Kalové a Jahna (2003) poněkud nesprávné, jelikož klinické příznaky nejsou vždy doprovázeny zvýšenou hladinou draslíku v krvi. Souvislost s hyperkalemií má však HPP při léčbě, která je u obou zmíněných onemocnění velmi podobná (Naylor, 1997). Dokládá to například Spier et al. (1990), v jehož studii došlo u vybraných koní trpících HPP po dodání vápníku, glukózy nebo hydrogenuhličitanu v kombinaci s určitými dietními opatřeními k rychlému zlepšení celkového zdravotního stavu koní. S úspěšnými výsledky, nápomocnými pro léčbu HPP, je možné setkat se i v dalších studiích (Carr et al., 1996; Spier, 2006; Beech et al., 1992).

Mezi hlavní příznaky HPP patří krátká období myotonií, svalové záškuby, svalové křeče a vyhřeznutí třetího víčka. Někteří koně mohou mít i dýchací potíže a problém s polykáním. Záchvat může dle Kalové a Jahna (2003) trvat několik minut až hodin, jednotlivé příznaky se často stupňují a mohou vést až k úhynu koně. Porucha se projeví u každého koně s defektním genem, vyvolávajícím faktorem záchvatu jsou různé faktory jako je náhlá změna v dietě či hladovění, nedostatečné uvolnění po zátěži, stres nebo jiné onemocnění. HPP je způsobena genovou mutací a dědí se jako autosomální dominantní znak. Genová mutace je odpovědná za abnormální produkci proteinu způsobující změny na sodíkovém kanálu. Obvykle sodík reguluje napětí svalové buňky, což umožňuje správné provedení kontrakce svalu. V případě HPP sodík uniká do svalových vláken, které neurčitě podráždí a jako důsledek může být v krvi naměřena i zvýšená hladina draslíku.

Porucha se objevuje u koní s výrazně vyvinutým svalstvem, defektní gen byl identifikován u potomků hřebců plemene Quarter Horse (Nol and Deprez, 2005). Kalová a Jahn (2003) navíc uvádí, že u postižených zvířat bývá v rodokmenu nalézán často hřelec Impressive, kterého má ve svém pedigree přes 100 000 koní. V oblasti šlechtění je v mnoha studiích (Rudolph et al., 1992; Naylor et al., 1999) velká snaha o získání hodnotných informací pro selekci genu způsobující HPP, což by znamenalo velkou příležitost pro tlumení, či dokonce eradikaci tohoto onemocnění.



Mozek, srdce, a především kosterní svalovinu koně dále postihuje také dědičné onemocnění zvané Deficience glykogen střídajícího enzymu (GBED). Toto smrtelné onemocnění vyskytující se u hříbat je způsobeno chybějícím GBE enzymem, který zajišťuje syntézu a skladování glykogenu v těle. Právě pro mozek, srdeční i kosterní svalovinu je glykogen hlavním palivem, důležitý je rovněž v játrech pro udržení hladiny glukózy v krvi. Hříbata s GBED jsou po narození v důsledku zvýšené závislosti na glykogen ztlačně slabá. Dosud neexistuje úspěšná léčba onemocnění, mezi klinické příznaky patří v první řadě křeče, srdeční slabost a dýchací potíže. Před samotným narozením hříbat s GBED dochází velmi často k potratům (Nol and Deprez, 2005). Komplexní analýza GBED, se snahou onemocnění blíže porozumět, je proto také předmětem mnohých studií (Valberg et al., 2001; Ward et al., 2004; Bruno et al., 2007; Lee et al., 2011).

### 3.8. Prevence vzniku poruch mechaniky pohybu

Nejlepším způsobem, jak se vyhnout vzniku poruch mechaniky pohybu koně, je dostatečná prevence. K tomu, aby mohl kůň dosahovat nejlepšího výkonu a zároveň se u něj minimalizovalo riziko možného zranění, je nutné zdravé svalstvo. Za každé okolnosti by se proto měla zachovat pružnost a ohebnost svalů a šlach.

Jak Hourdebaigt (2012) uvádí, při přetažení svalu, kdy sval není schopen uvolnění a dochází k jeho nadměrnému napětí, či poškození, přichází zpravidla křeč. Tomuto se dá značně pomoci například strečinkem, tedy protahováním koně před jistou zátěží. Koně se protahují spontánně, neustále a zcela přirozeně. Instinktivně protahují ty svaly, které potřebují nejvíce. Za normálních podmínek se kůň sám nikdy nepřepne.

Higginsová a Martinová (2009) popisují protahování svalových vláken jako proces, při kterém dojde nejprve ke kontrakci sarkomer. Ty prodlužují tenké a tlusté myofibrily. Jakmile svalové vlákno dosáhne své klidové maximální délky, následné další mírné protažení umožní, aby se protáhla a srovnala ve směru tahu také kolagenní vlákna pojivové tkáně. Výslednou délku svalu zvětšuje právě toto vyrovnání kolagenních vláken.

Rozlišujeme protahování aktivní a pasivní. Při **aktivním protahování** je od koně zapotřebí aktivní svalové kontrakce. Kůň musí, ať už za asistence člověka, sám pohnout určitou částí svého těla, čímž provede protažení. Na rozdíl od toho **pasivní protahování** provádí člověk přímo. Aby toto protažení proběhlo správně, kůň by měl být dobře uvolněný.

Podstatnou úlohu celého procesu protahování a svalové práce celkově, mají dále také svalová vřeténka. Ta jsou uložena ve svalovém břišku a probíhají paralelně s hlavními vlákny. Jako receptory natahovacího reflexu se natahují spolu se svaly a získanou informací o činnosti posílají následně do centrální nervové soustavy. V momentě protahování, kdy se sval udrží natažený po určitou dobu, příslušné svalové vřeténko vtiskne CNS novou délku tohoto svalu. Svalová vřeténka tak výrazně napomáhají svalového tonu a rovněž chrání tělo koně před možným zraněním.

### 3.9. Náprava vzniklých poruch mechaniky pohybu

Manuální terapie řeší funkční poruchy pohybového systému a zahrnuje v sobě techniky jako je chiropraxe, osteopatie, fyzikální terapie, masážní terapie a dotykové terapie. Byla vyvinuta pro využití u lidí, techniky byly následně přeneseny také na koně. Důkazů podložených studiemi o účinnosti a bezpečnosti pro různé formy manuální terapie u koní zatím příliš není. Některé studie dle Haussler (2009) přesto naznačují nepatrný důkaz o účinku spinální manipulace při snižování bolestivosti, zlepšení rozsahu pohybu a snížení svalového tonu koně.

Efekt manuální terapie byl studován v souvislosti se svalem ovlivňujícím často celkový výkon koně, svalem longissimus dorsi. U vybrané experimentální skupiny koní vykazující známky bolesti hřbetu byl studií Wakeling et al. (2006) měřen za působení spinální manipulace svalový tonus a elektromyografická aktivita svalu, rovněž byla měřena i kontrolní skupina koní bez terapie. Výsledky studie prokázaly významný pokles svalového tonu i EMG aktivity u koní podstupující terapii, zatímco u koní bez terapie nebyla změna žádná. Manuální terapie má na sval longissimus dorsi okamžitý účinek, avšak jak Wakeling et al. (2006) uvádí, není zatím prokazatelná délka účinku této terapie.

Nápravou mechaniky pohybu koně, konkrétně pak výzkumem možného vlivu chiropraxe na kinematiku hřbetu a zadních končetin koně se zabývala studie Gómez Álvarez et al. (2008), sledující změny celkové kinematiky několika koní za působení manuální chiropraxe působící na krk, hřbet a pánev vybraných koní. U koní došlo k mírnému zlepšení rozsahu pohybu u hrudních a bederních obratlů, toto zlepšení se však vrátilo do původního stavu po 3 týdnech po skončení terapie. Manuální terapie měla dále vliv na pánev koně, kdy došlo ke snížení jejího sklonu, rotace pánve byla symetričtější, a to i po třech týdnech po působení manuální chiropraxe. Dle výsledků studie se lze domnívat, že chiropraxe může mít mírný, přesto významný účinek ovlivňující především pánevní kinematiku koně.

Další možnou alternativou při pomoci s pohybovým aparátem koně je akupunktura. Akupunktura u koní v praxi nejvíce souvisí s diagnostikou a léčbou kulhání. Často bývá využita jako doplňující metoda tradiční medicíny. Schoen (2000) akupunkturu popisuje jako stimulaci specifických předem určených bodů na těle, což má pro koně terapeutický, či homeostatický účinek. Akupunkturní body odpovídají čtyřem nervovým strukturám. První, tzv. motorové body jsou poblíž místa, kde nerv vstupuje do svalu. Při použití elektrické stimulace tyto body produkují maximální kontrakci s minimální intenzitou stimulace. Další typ akupunkturních bodů leží u povrchových nervů v sagitální rovině, třetí typ bývá na místě

s vysokou hustotou povrchových nervů, či nervové pleteně. Poslední typ akupunkturních bodů je v místě připojení šlachy ke svalu, kde se též nachází Golgiho šlachové tělísko.

Všechny pozorované fyziologické účinky akupunktury dosud nebyly zcela vysvětleny, základním principem je však stimulace různých smyslových receptorů, které po sensorických aferentních drahách předávají signál do CNS. Následkem toho jsou uvolněny neurotransmitery a neurohormony, mající pro tělo komplexní účinek.

Při léčbě pohybového aparátu koně tradiční západní medicínou, nebývají koně často zcela navraceni do své původní úrovně životní pohody, a přestože jsou dle klinických vyšetření v pořádku, mohou u nich dle Schoen (2000) kompenzační jistého diskomfortu během léčby vznikat stresové body, a to nejčastěji v oblasti hřbetu, či na krku. Terapie akupunkturou dokáže s velkou úspěšností léčit právě sekundární následky primárního problému.

Masáž je dle Hill and Crook (2010) definována jako systematické terapeutické tření či hnětení těla nebo jeho částí. Využívá se jako cenná rehabilitační technika zlepšující pohyblivost kloubů, zvyšuje poddajnost intramuskulární pojivové tkáně a udržuje pružnost svalu, a to i po traumatu. Působením masáže na kožní mechanoreceptory a tlakové receptory snižuje přes útlum alfa-motoneuronů svalový tonus koně.

Mechanický efekt, který je v přímé úměře s vyvíjeným tlakem během masáže také podporuje metabolismus koně, pomáhá zajišťovat dostatečné okysličení tkání a zároveň odvádí oxid uhličitý, což následně dopomáhá k lepší regeneraci svalů koně (Houdebaigt, 2012). Terapeutické účinky masáže se snažila dokázat studie Hill and Crook (2010) zkoumající možné změny aktivní (pohyb je vyvolán samotným koněm) i pasivní (pohyb je vyvolán člověkem nebo přístrojem za naprosté relaxace svalstva koně) pohyblivosti u zadních končetin koně vlivem masáže, a to na základě vlastního měření vybraných koní. Masáž byla u těchto koní aplikována po sedm dní o různé intenzitě na kaudálně orientované svaly zadních končetin, konkrétně šlo o m. gluteus superficialis (povrchový sval hýžd'ový), m. semitendinosus (sval pološlašitý), m. semimembranosus (sval poloblanitý) a m. biceps femoris (dvojhlavý sval stehenní). Pasivní pohyb byl měřen za použití upravené verze lidské „Sit and Reach testu“ pro souhrnné určení pružnosti svalů. Aktivní pohyblivost končetin byla měřena za pomoci dvojrozměrné kinematické analýzy s využitím videokamery. Výsledky měření po sedmi dnech ukázaly zlepšení především pasivní, ale i aktivní protrakce zadních končetin vybraných koní. Pravidelná masáž by tak skutečně mohla v rámci preventivního, či rehabilitačního opatření značně přispět ke zlepšení funkce pohybového aparátu koně.

### 3.10. Interakce mezi koněm a jezdcem

Svalový systém koně, rozložený bilaterálně, tedy po stranách páteře, je stejný také u člověka. Člověk má s koněm shodné svaly na obou stranách těla. Stejně tak je tomu při pohybu vpřed, kdy se při chůzi střídá pravá a levá končetina, kůň v kroku střídá končetiny v pořadí pravá pánevní, pravá hrudní, levá pánevní, levá hrudní. Krok koně má shodné pohybové prvky, jako chůze člověka. Kůň, jakožto kvadruped, využívá při pohybu vpřed dva páry končetin, kdy zadní končetiny dodají pohybu impulz, zatímco přední končetiny pohyb zachytí a posunou tělo vpřed. Člověk je naproti tomu bipedál a pohyb vpřed, tedy přesun impulzu i posun těla, vykonává pár dolních končetin (Hermannová a kol., 2014).

V současné době se v hipoterapii vnímá jezdec jako prvek zcela pasivní. Tím se také hipoterapie odlišuje od ostatních jezdeckých disciplín, kde je člověk považován naopak za prvek aktivní. Dle studie vzniklé na FTK UP v Olomouci (Svoboda a kol., 2011) by se klient měl při hipoterapii vnímat spolu s koněm spíše jako dva vzájemně se ovlivňující prvky.

Zmíněná studie postupně analyzovala 36 krokových cyklů koně s jezdcem na svém hřbetě. Pro studii byli zvoleni dva angličtí plnokrevníci a 12 jezdců podobného věku, výšky a váhy. Výsledky studie ukázaly, že časové prostorové parametry koně při pohybu v kroku jezdcem ovlivněny nejsou. Rozsah pohybů ve vertikálním směru na končetinách a hřbetu však ovlivněn byl. Pro přesnější výsledky a případné potvrzení vzniklých tezí by bylo třeba provést analýzu u většího počtu koní i lidí, avšak i přesto je ze studie patrné, že koně při práci v hipoterapii ovlivňovat jezdec rozhodně může.

Působení jezdce na hřbet koně je často měřeno za pomoci sedla. V hipoterapii, kde by tento prvek mohl mít podstatnou hodnotu při posuzování účinku terapie, však sedlo používáno není. Janura et al. (2009) ve své studii uvádí, že dovednost jezdce souvisí s celkovým působením tlaku jezdce na koňský hřbet. Tento fakt je přisuzován především k postupné adaptaci na novou pohybovou aktivitu, přičemž začátky tohoto učení doprovází spolu se změnami fyziologických procesů jednotlivce i zvýšený svalový tonus v oblasti trupu, pánve a steh. To způsobuje jisté množství přerozdělení působení zátěže z oblasti sedací kosti, a tím i počáteční snížení tlakových hodnot. Při postupném uvolňování svalového napětí a přesunu váhy jezdce na jeho sedací kosti, dojde i ke změně pohybu koně. Poměrně rychlé účinky hipoterapie jsou tak pravděpodobně zaznamenány právě díky rychlému zvládnutí nové pohybové aktivity a fixací paměti podpořené pozitivní emocionální zkušeností.

### **3.10.1. Hipoterapie z pohledu člověka**

Při jízdě na koňském hřbetě vnímá člověk pohyb dopředu a zpět jako kontrapohyb, kdy lidská pánev rotuje těmito směry kolem osy páteře, přičemž při pohybu vpřed je pohyb pánve v horizontální rovině, zatímco při pohybu vzad je pohyb v rovině sagitální. Fyzioterapie využívá rotační vlastnosti koňského hřbetu, která je výsledkem předozadního pružení. Rovněž pružení hřbetu koně nahoru a dolů znamená pro jezdce kontrapohyb, při kterém je pánev člověka zešikmována směry nahoru a dolů, a to ve frontální rovině. Z hlediska biomechaniky je tak pro terapii nejvíce vhodný kůň s výrazně rotujícím trupem (Hermannová a kol., 2014).

Svalová činnost jezdce je zapojena během hipoterapie v oblasti trupu tím výše, čím je váha a tím i celkové zatížení na hřbet koně vyšší. Impulsy generované pohybem koně se projeví jako větší amplituda při pohybu jezdce. Dále tuto výšku ovlivňuje i pohybová zkušenost, tedy v průběhu hipoterapie výška postupně klesá (Janura et al., 2009).

Schopnost samovolně naklonit svou pánev, tedy ovladatelnost jezdcovy pánve může mít dle studie Pettit et al. (2014) jistý vliv na následnou stabilitu jezdce při jízdě na koni a celkovou synchronizaci mezi nimi. Jistý důkaz o existenci vztahu mezi sklonem pánve jezdce a koňským pánevním otáčením poskytuje také studie (Browne and Cunliffe, 2014). Na základě těchto zjištění se lze tedy domnívat, že pro dostatečný efekt při hipoterapii je důležité věnovat pozornost právě i pánvi člověka.

#### Mechanická a sociálně rehabilitační teorie působení hipoterapie

Dle Hermannové a kol. (2014) vysvětluje tato teorie účinky hipoterapie při facilitaci mozkových funkcí pomocí třídimenzionálního pohybu koní. Během terapie není rozhodující pro adaptační proces samotná délka cvičební jednotky, ale především intenzita působení terapeutické jízdy. Tuto intenzitu určuje chod koně a reakce klienta na něj. Kůň při terapii působí obecně především v rámci sociálně psychologické integrace. Z hlediska fyzioterapie jsou nejlepší výsledky zaznamenávány do 6. roku života, od 11. roku se uvádí jako hlavní význam terapie spíše udržování, či obnovování již získaných pohybových stereotypů klienta.

## Teorie bazální stimulace

Pro člověka a jeho biologický systém je vnímání vnějších podnětů předpokladem jeho existence. Toto vnímání je dle teorie nezávislé na lidském vědomí, ani vůli, je zprostředkováno pomocí sensorů, které člověk vnímá na povrchu kůže, ve smyslech, na jazyku, očích, svalech, šlachách a kloubech. Drážděním těchto sensorů se aktivuje centrální nervový systém. Postupně se výměna informací mezi ústředním nervovým systémem a vývojem vědomí spojeného s aktivním pohybem zlepšuje. Rozsah pohybových funkcí si člověk udržuje pouze pravidelným aktivním tréninkem. Jestliže se jistá funkce nevyužívá, obvykle se do dvou let potlačí, či dokonce zcela vymizí schéma pohybového vzorce (Hermannová a kol., 2014).

Akce hřbetu a beder koně přímo ovlivňuje trup člověka. Analytickým rozborem pružnosti hřbetu tak získáme nejen informaci o možných léčebných schopnostech koně, zároveň tím můžeme předem eliminovat koně zcela nevhodného k účelům fyzioterapie. Dle Hermannové a kol. (2014), vybíráme k léčebným účelům zásadně koně s konvexním pružením hřbetu, zatímco kůň s konkávním pružením bývá z fyzioterapie často vylučován. Takový kůň totiž u člověka při pohybu aktivuje reakce bezúčelné, či dokonce nežádoucí k očekávaným účinkům terapie.

### Kůň s konvexním hřbetem

Posouzení pružnosti hřbetu koně se dá nejlépe zjistit při jeho přirozeném pohybu. V případě konvexního hřbetu směřují při kroku bedra, zád' a kořen ocasu koně směrem dolů a hřbet je v klenutí. Hřbet by měl zůstat klidný a jeho pružení by mělo probíhat podél a pod pomyslnou přímkou od kohoutku k zádi.

### Kůň s konkávním hřbetem

V případě konkávního pružení jdou při pohybu bedra, zád' a kořen ocasu směrem vzhůru, zatímco hřbet klesá. Pružení hřbetu probíhá pod i nad pomyslnou přímkou od kohoutku k zádi, což člověku při jízdě znemožňuje správnou reakci těla v rámci léčení.

Jak Hermannová a kol. (2014) zdůrazňuje, jednoznačný vědecký důkaz o terapeutickém účinku zvířat, konkrétně pak koní dosud není znám. Přesto a možná právě díky tomu je tento způsob léčby člověka v širokém rozhraní působení poměrně častým tématem studií snažících se účinky terapie dokázat.

Příkladem může být studie Paraskevi et al. (2013) zkoumající zrychlení reakční doby a zlepšení schopnosti svalové aktivace za účelem usnadnit lidem s mentálním postižením jejich každodenní život.

Ve studii bylo ve čtrnáctitýdenním programu hipoterapie zkoumáno 19 lidí se středně těžkým mentálním postižením, rozdělených na experimentální a kontrolní skupinu. Reakční doba, doba maximální svalové aktivity a elektromyografická činnost byla snímána z rectus femoris a biceps femoris, a to při vstávání ze židle v reakci na vizuální i zvukové podněty. Výsledky studie ukázaly, že reakční doba u experimentální skupiny účastníků se pravidelně hipoterapie se výrazně zlepšila, doba pro dosažení maximální svalové aktivity se zmenšila. Jak studie uvádí, hipoterapie tak pravděpodobně zvyšuje funkci proprioreceptorů spolu s dalšími smyslovými vstupy. Nejen u osob s mentálním postižením může hipoterapie zlepšit celkovou funkční výkonnost.



## 4. Závěr

Hipoterapie využívá třídimenzionální pohyb koně pro jeho terapeutický účinek plynoucí z faktorů, které se podílejí na nervosvalové facilitaci člověka. Mezi tyto faktory patří především zapojení aferentních neuronů a aktivace svalů a svalových skupin odpovídající za kontralaterální pohyby. Pro bližší porozumění léčebného efektu této léčebné terapie je hlavní složkou právě mechanika pohybu koně. Biomechanika je věda o pohybu těla živých bytostí. Zabývá se vzájemnou spoluprací svalů, kostí, vazů a šlach, která ve výsledku zapříčiňuje pohyb.

S pohybem úzce souvisí celkový exteriér koně, u koně je podstatné především zauhlení jednotlivých kloubů, stejně i zauhlení kloubů ve vztahu ke kloubům sousedním, vzájemný postoj končetin a poměr mezi výškou a délkou těla koně.

Na průběh pohybu má vliv dále také svalová soustava, přičemž svalovou práci koně můžeme rozdělit na práci izotonickou a izomerickou.

Lokomoce koně také synchronně působí s dalšími fyziologickými procesy v těle koně, jako je dýchání, stavba svalových vláken, či enzymatická aktivita.

Mechanika pohybu se nejčastěji posuzuje spolu s popisem stavby těla koně systémem lineárního popisu, což je také hlavní podmínkou pro zapsání příslušného plemene do plemenné knihy. Podmínky a pravidla hodnocení koně se mezi jednotlivými PK daných plemen mohou lišit. Svaz chovatelů Českého teplokrevníka, jakožto plemene v České republice nejpočetnějšího, využívá pro popis prostornosti kroku a klusu devíti stupňů s extrémy krátký a dlouhý, odděleně jsou potom uváděny vady. Hodnocení koně svaz dále rozděluje do osmi skupin.

Lokomoce koně se dá sledovat za pomoci mechanických přístrojů a pomůcek. Nejvíce sofistikovaným systémem pro analýzu pohybu koně se zdá se být systém využívající markery, skládajícími se z fotodiod. Metoda však v praxi představuje díky velkému množství fotodiod umístěnými přímo na koni, které jsou vedeny pomocí kabelů, poměrně složité provedení.

Na mechaniku pohybu koně mají vliv následující faktory:

- vnitřní (genetické predispozice a vzniklé odchylky stavby těla koně)
- vnější (péče o kopyta koně, výživa, výcvik a jezdecké pomůcky)

Z výše uvedených faktorů může člověk zpravidla ovlivnit spíše ty vnější, a to jak kladně, tak záporně.

Vadné mechanice pohybu je prvotně dobré se již preventivně vyhnout. Mezi tato opatření patří především dostatečný odpočinek spolu s aktivním a pasivním protahováním koně. Hlavními příčinami přesto vznikajících problémů biomechaniky koně jsou:

- asymetrie koně
- stresové body a jejich dráždění
- syndrom přecitlivělosti na podbřišník
- dědičná onemocnění koně

Dědičná onemocnění, kam se řadí svalová dystrofie, hyperkalemická periodická paralýza a deficiencie glykogen střídajícího enzymu, jsou vzhledem ke své závažnosti a mnoha nejasnostem ohledně případné léčby, či dokonce úplné selekce, hlavním faktorem, který je s prací koně v rámci hipoterapie zcela neslučitelným. Ve zbylých případech bývá náprava možná pomocí manuální terapie, akupunktury nebo masáže.

Jezdec se během hipoterapie v současnosti vnímá často jako prvek zcela pasivní. Nicméně interakce mezi člověkem a koněm je proces oboustranný, klient by se spolu s koněm měl proto i v hipoterapii považovat jako dva prvky ovlivňující se vzájemně.

Jednoznačný vědecký důkaz o terapeutickém účinku zvířat, konkrétně pak koní dosud není znám. Přesto a možná právě díky tomu je tento způsob léčby člověka v širokém rozhraní působení poměrně častým tématem studií, což znamená nejen pro hiporehabilitaci značnou naději do budoucna.

## 5. Seznam literatury

Álvarez, C. B. Gómez, L'ami, J. J., Moffatt, D., Back W., Weeren, P. R. 2008. Effect of chiropractic manipulations on the kinematics of back and limbs in horses with clinically diagnosed back problems. *Equine Veterinary Journal*. 40(2). 153-159.

Álvarez, C. B. Gómez, Rhodin, M., Byström, A., Back, W., Weeren, P. R. 2009. Back kinematics of healthy trotting horses during treadmill versus over ground locomotion. *Equine Veterinary Journal*. 41(3). 297-300.

Amato, C., Martin, L., Dumon, H., Jaillardon, L., Nguyen, P., Siliart, B. 2012. Variations of plasma leptin in show horses during a work season. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 96(5). 850–859.

Barrey, E., 1999. Methods, Applications and Limitations of Gait Analysis in Horses. *The Veterinary Journal*. 157(1). 7-22.

Beech, J., Fletcher, J. E., Tripolitis, L., Lindborg, S. 1992. Effects of phenytoin in two myotonic horses with hyperkalemic periodic paralysis. *Muscle & nerve*. 15(8). 932-936.

Bowen, A. G., Goff, L. M., McGowan, C. M. 2017. Investigation of Myofascial Trigger Points in Equine Pectoral Muscles and Girth-Aversion Behavior. *Journal of Equine Veterinary Science*. 48. 154-160.

Browne, L., Cunliffe, C. 2014. An Investigation of Relationships between Horse and Rider Pelvic Asymmetry. *Equine Veterinary Journal*. 46(S46). 37.

Bruno, C., Cassandrini, D., Assereto, S., Akman, H. O., Minetti, C., Di Mauro, S. 2007. Neuromuscular forms of glycogen branching enzyme deficiency. *Acta Myologica*. 26(1). 75-78.

Buff, P. R., Morrison, C. D., Ganjam, V. K., Keisler, D. H. 2005. Effects of short-term feed deprivation and melatonin implants on circadian patterns of leptin in the horse. *Journal of Animal Science*. 83(5). 1023-1032.

Carr, E. A., Spier, S. J., Kortz, G. D., Hoffman, E. P. 1996. Laryngeal and pharyngeal dysfunction in horses homozygous for hyperkalemic periodic paralysis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 209(4). 798-803.

Cocq, P., Weeren, P. R., Back, W. 2004. Effects of girth, saddle and weight on movements of the horse. *Equine Veterinary Journal*. 36(8). 758-763.

Distanc.cz. Anatomie – postoj končetin. [online]. 30.8. 2011. [cit. 2017-03-21]. Dostupné z: <http://www.distanc.cz/anatomie-postoj-konetin/>

Essén-Gustavsson, B., McMiken, D., Karlström, K., Lindholm, A., Persson, S., Thornton, J. 1989. Muscular adaptation of horses during intensive training and detraining. *Equine Veterinary Journal*. 21(1). 27-33.

Giagazoglou, P., Arabatzi, F., Kellis, E., Liga, M., Karra, C., Amiridis, I. 2013. Muscle reaction function of individuals with intellectual disabilities may be improved through therapeutic use of a horse. *Research in Developmental Disabilities*. 34(9). 2442-2448.

Guy, P. S., Snow, D. H. 1977. The effect of training and detraining on muscle composition in the horse. *The Journal of Physiology*. 269(1). 33-51.

Haussler, K. K. 2009. Review of Manual Therapy Techniques in Equine Practice. *Journal of Equine Veterinary Science*. 29(12). 849-869.

Hermannová, H., Münichová, D., Nerandžič, Z., Calta, T., Špatný, F. 2014. *Základy hipoterapie*. Vydavatelství Profi Press. Praha. s. 153. ISBN 978-80-86726-57-1.

Higginsová, G., Martinová, S. 2009. *Koně a jejich pohyb. Unikátní vizuální průvodce biomechanikou koňského těla*. Metafora. Praha. s. 153. ISBN: 978-80-7359-217-2.

Hill, C., Crook, T. 2010. The relationship between massage to the equine caudal hindlimb muscles and hindlimb protraction. *Equine Veterinary Journal*. 42(s38). 683-687.

Hopkins, S., Pfau, T. 2014. Effect of Side of Handling on Movement Symmetry in Horses. *Equine Veterinary Journal*. 46(S46). 42.

Hourdebaigt, J-P. 2012. Masáže koní. Anahita. Praha. s. 256. ISBN 978-80-87740-01-9.

Ireson, A., Cunliffe, C. 2014. An Investigation Into the Relationship of Pelvic Misalignment with Forelimb Hoof Size. *Equine Veterinary Journal*. 46. 42-42.

Itoh, K., Okada, K., Kawakita, K. 2004. A proposed experimental model of myofascial trigger points in human muscle after slow eccentric exercise. *Acupuncture in Medicine*. 22(1). 2.

Janura, M., Peham, Ch., Dvořáková, T., Elfmark, M. 2009. An assessment of the pressure distribution exerted by a rider on the back of a horse during hippotherapy. *Human Movement Science*. 28(3). 387-393.

Kalová, L., Jahn, P. Veterinářství. Hyperkalemická periodická paralýza – první diagnostikovaný případ v ČR [online]. 24.11.2003. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://vetweb.cz/hyperkalemicka-periodicka-paralyza-prvni-diagnostikovany-pripad-v-cr/>

Kulíšek, V., Haščík, P., Makovický, P., Debreceni, O. 2007. Mikroskopická stavba musculus gluteus medius koní v rôznom tréningovom nasadení. *Slovak Journal of Animal Science*. 40(1). 34-37.

Lee, Y-Ch., Chang, Ch-J., Bali, D., Chen, Y-T., Yan, Y-T. 2011. Glycogen-branching enzyme deficiency leads to abnormal cardiac development: novel insights into glycogen storage disease IV. *Human molecular genetics*. 20(3). 455-465.

Macgregor, J., Graf von Sweinitz, D. 2006. Needle electromyographic activity of myofascial trigger points and control sites in equine cleido-brachialis muscle - an observational study. *Acupuncture in Medicine*. 24(2). 61-70.

Marvan, F., Hampl, A. 2011. Morfologie hospodářských zvířat. Brázda. Praha. s. 303. ISBN: 978-80-213-2188-5.

Naylor, J. M. 1997. Hyperkalemic periodic paralysis. *The veterinary Clinics of North America. Equine Practice*. 13(1). 129-144.

- Naylor, J. M., Nickel, D. D., Trimino, G., Card, C., Lightfoot, K., Adams, G. 1999. Hyperkalaemic periodic paralysis in homozygous and heterozygous horses: a co-dominant genetic condition. *Equine veterinary journal*. 31(2). 153-159.
- Nissen, A. L., Andersen, P. H., Buhl, R., Thomsen, M. H. 2014. Changes in Movement Symmetry During Long-Term Exercise in Horses. *Equine Veterinary Journal*. 46. 54.
- Nollet, H., Deprez, P. 2005. Hereditary skeletal muscle diseases in the horse. A review. *Veterinary Quarterly*. 27(2). 65-75.
- Pettit, I., Walker, V., Tranquille, C., Spear, J., Murray, R. 2014. Effect of pelvic tilt on synchronisation and stability of riders in sitting trot. *Equine Veterinary Journal*. 46(S46). 46.
- Rhodin, M., Johnston, C., Holm, K. R., Wennerstrand, J., Drevemo, S. 2005. The influence of head and neck position on kinematics of the back in riding horses at the walk and trot. *Equine veterinary journal*. 37(1). 7-11.
- Rhodin, M. The influence of head and neck position on the kinematics of the back in riding horses. PhD Thesis [online]. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science. 22.12.2003. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://ex-epsilon.slu.se/20/1/MarieRhodin-ny.pdf>
- Rome, L. C., Sosnicki, A. A., Goble, D. O. 1990. Maximum velocity of shortening of three fibre types from horse soleus muscle: implications for scaling with body size. *The Journal of Physiology*. 431. 173–185.
- Rudolph, J. A., Spier, S. J., Byrns, G., Rojas, C. V., Bernoco, D., Hoffman, E. P. 1992. Periodic paralysis in quarter horses: a sodium channel mutation disseminated by selective breeding. *Nature genetics*. 2(2). 144-147.
- Serrano, A. L., Quiroz-Rothe, E., Rivero, J. L. 2000. Early and long-term changes of equine skeletal muscle in response to endurance training and detraining. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*. 441(2). 263-274.
- Shah, J. P., Phillips, T. M., Danoff, J. V., Gerber, L. H. 2005. An in vivo microanalytical technique for measuring the local biochemical milieu of human skeletal muscle. *Journal of applied physiology*. 99(5). 1977-1984.

SCHČT - Svaz chovatelů českého teplokrevníka [online]. Písek. 2014. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://www.schct.cz>

Schoen, A. M. Equine Acupuncture: Incorporation into Lameness Diagnosis and Treatment. AAEP PROCEEDINGS [online]. 2000, 46. 80-83 [cit. 2017-03-21]. Dostupné z: <http://www.drshoen.com/article/AAEParticle.pdf>

Schöffmann, B. 2006. Stupnice vzdělání koní. Úspěšné ježdění podle směrnic jezdecké federace. Brázda. Praha. s. 169. ISBN: 80-209-0343-7.

Smitka, K. 2011. Adipokiny a hormonální funkce tukové tkáně. Česká kinantropologie. 15(1). 11-16.

Spier, S. J., Carlson, G. P., Holliday, T. A., Cardinet, G. H., Pickar, J. G. 1990. Hyperkalemic periodic paralysis in horses. Journal of the American Veterinary Medical Association. 197(8). 1009-1017.

Spier, S. J. 2006. Hyperkalemic periodic paralysis: 14 years later. AAEP PROCEEDINGS. 52. 347-350.

Svoboda, Z., Dvořáková, T., Janura, M. 2011. Does a rider influence a horse's movement in hippotherapy?. Acta Univ Palacki Olomuc. 41(4). 37-41.

Švehlová, D. Nemoci koní: Kissing spines [online]. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://www.dominika-svehlova.cz/nemoci7.php>

Švehlová, D. BIOMECHANIKA JEŽDĚNÍ A DREZÚRY - ATLAS JEZDCE: ČÁST 5 - BOLEST Z PODBŘIŠNÍKU [online]. 27.12. 2002. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://www.equichannel.cz/biomechanika-jezdeni-a-drezury-atlas-jezdce-cast-5-bolest-z-podbriseniku>

The horse magazine. Why Is An Understanding Of Biomechanics Important. [online]. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://www.horsemagazine.com/thm/2012/10/why-is-an-understanding-of-biomechanics-important/>

Valberg, S. J., Ward, T. L., Rush, B., Kinde, H., Hiraragi, H., Nahey, D., Fyfe, J., Mickelson, J. R. 2001. Glycogen branching enzyme deficiency in quarter horse foals. Journal of Veterinary Internal Medicine. 15(6). 572-580.

Vogel, C. 2012. Já kůň. Velká kniha péče o koně. Euromedia Group-Knižní klub. Praha. s. 216. ISBN: 978-80-242-3524-0.

Wakeling, J. M., Barnett, K., Price, S., Nankervis, K. 2006. Effects of manipulative therapy on the longissimus dorsi in the equine back. *Comparative Exercise Physiology*. 3(3). 153-160.

Ward, T. L., Valberg, S. J., Adelson, D. L., Abbey, C. A., Binns, M. M., Mickelson, J. R. 2004. Glycogen branching enzyme (GBE1) mutation causing equine glycogen storage disease IV. *Mammalian Genome*. 15(7). 570-577.

Widdicombeová, S. 2009. Přirozený výcvik koní. Metafora. Praha. s. 185. ISBN: 978-80-7359-192-2.