

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Analýza taktilně-kinestetického komunikačního kódu mezi
koněm a jezdcem**

Diplomová práce

**Bc. Karolína Repíková
Management zdraví a welfare zvířat**

Ing. Cyril Neumann, PhD.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Analýza taktilně-kinestetického komunikačního kódu mezi koněm a jezdcem" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14. 4. 2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu práce Ing. Cyrilu Neumannovi, Ph.D. za motivující přístup, veškerou pomoc, rady a čas, který mi věnoval. Dále bych ráda poděkovala své rodině, která mě podporovala a byla vždy k dispozici, když jsem to potřebovala. V neposlední řadě chci poděkovat mým přátelům a kolegům za spolupráci, oporu, a hlavně zábavu nejen při psaní práce, ale i v průběhu všech společných studijních let.

Analýza taktilně-kinestetického komunikačního kódu mezi koněm a jezdcem

Souhrn

Práce se zabývá tématem taktilně-kinestetického komunikačního kódu, tedy způsobem, jakým jezdec koni udílí pomůcky a reakcí koně na ně. Cílem práce bylo ověřit dvě hypotézy, které se týkaly udílení pomůcek jezdcem koni při přechodech do nižších chodů, a to, že tlak sedu do hřbetu koně je nepřímo úměrný napětí v otěži (H1), a že existuje přímá úměrnost mezi zkušeností jezdce a jeho schopností vyvinout tlak sedem do hřbetu koně (H2). Pro testování tlaku, který jezdec vyvíjí do hřbetu koně, byla použita tlaková dečka. Pro měření napětí v otěžích sloužily tenzometry. Tyto dva přístroje byly při testování používány simultánně, což prozatím nebylo vyzkoušeno v žádné vědecké studii.

Testování se zúčastnili parkuroví jezdci, kteří byli dle výkonnosti a délky jezdecké praxe rozděleni na zkušené a nezkušené. Všichni disponovali koněm ve věku 9-16 let, který byl v jezdeckém výcviku min. 6 let a pravidelně se účastnil skokových závodů. Jezdci dostali za úkol s koněm ve cvalu přeskočit překážku o výšce přibližně 50 cm, a poté co nejdříve přejít přes klus a krok do zastavení. Hodnoceno bylo pět bodů (okamžiků), a to doskok za překážkou, pět cvalových skoků po překážce, přechod do klusu, přechod do kroku a přechod do zastavení.

H1 nebyla potvrzena. Hodnoty tlaku vyvíjeného jezdci byly u všech pěti bodů téměř totožné. Oproti tomu napětí v otěži mezi body 1-4 lineárně rostlo, v bodě 5 nastal mírný pokles. H2 byla potvrzena, zkušenější jezdci vyvíjeli vyšší tlak sedem než jezdci nezkušení, a to téměř 6x.

Použitá tlaková dečka se vzhledem k významným technickým problémům ukázala jako nevyhovující pro výzkum taktilně-kinestetického komunikačního kódu. Jako problematické se jeví rovněž ovlivnění dečky vahou jezdce a omezení jejího působení pouze pod posedlím, a ne pod kolena a stehna jezdce. Tenzometry byly pro výzkum napětí v otěži plně dostačující.

Pomocí moderních technologií lze podrobně studovat souvislosti komunikace mezi koněm a jezdcem. Výstupy z těchto technologií mohou mít pozitivní dopady nejen na koordinaci pomůcek jezdce, ale rovněž mohou pomoci ke zlepšení pohody a welfare koně.

Klíčová slova: interakce jezdec-kůň, tenzometr, napětí v otěžích, tlaková dečka, stupnice vzdělání koně, welfare koně

Tactile-kinesthetic communication code analysis between horse and rider

Summary

This thesis deals with the topic of the tactile-kinesthetic communication code, i.e. the way in which the rider gives the horse aids and the horse's reaction to them. The aim of the thesis was to verify two hypotheses related to using of rider's aids to the horse during transitions to lower gaits, namely that the pressure of the rider's seat on the horse's back is inversely proportional to rein tension (H1), and that there is a direct correlation between the rider's experience and their ability to apply pressure with their seat on the horse's back (H2). A pressure pad was used to test the pressure the rider exerts on the horse's back. Strain gauges were used to measure rein tension. These two devices were used simultaneously during testing, which had not yet been attempted in any scientific study.

Show jumping riders took place in the testing, and they were divided into experienced and inexperienced according to their grade of performance and length of riding experience. All of them had a horse aged of 9-16 years, which had been in equestrian training for at least 6 years and regularly participated in show jumping competitions. The riders were given the task of jumping over an obstacle approximately 50 cm high with their horse at a gallop, and then coming to a halt through trot and walk as soon as possible. Five points (moments) were evaluated, namely landing behind the obstacle, five galloping jumps after an obstacle, transition to trot, transition to walk and transition to halt.

H1 was not confirmed. The values of pressure exerted by riders were almost identical for all five points. On the other hand, the rein tension between points 1-4 increased linearly, with a slight decrease at point 5. It has been confirmed that experienced riders exerted higher saddle pressure than inexperienced riders, almost 6 times.

Due to significant technical problems, the used pressure pad proved to be unsuitable for tactile-kinesthetic communication code research. The considerable influence of the rider's weight on the pad and the limitation of its effect only under the saddle and not under the rider's knees and thighs also appears to be problematic. The strain gauges were fully sufficient for researching the rein tension.

With the help of modern technologies, the communication context between horse and rider can be studied in detail. The outputs from these technologies can not only have positive effects on the coordination of the rider's aids, but can also help to improve the well-being and welfare of the horse.

Keywords: horse-rider interaction, strain gauges, rein tension, pressure pad, horse's training scale, horse welfare

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Vědecká hypotéza a cíle práce.....	10
3	Literární rešerše	11
3.1	Biomechanika koně.....	11
3.1.1	Základní chody koně	11
3.1.1.1	Krok	12
3.1.1.2	Klus.....	13
3.1.1.3	Cval.....	14
3.2	Komunikační kód.....	15
3.2.1	Historie jezdeckví	15
3.2.2	Stupnice vzdělání koně.....	15
3.2.3	Taktilně-kinestetický komunikační kód	17
3.2.4	Pomůcky jezdce.....	17
3.2.5	Sed	17
3.2.6	Holeň	18
3.2.7	Ruka.....	19
3.2.8	Pozice hlavy a krku koně.....	21
3.2.9	Přechody	23
3.2.10	Teorie učení koně ve vztahu k jezdeckví	23
3.3	Welfare jezdeckého koně.....	24
3.3.1	Interakce jezdec-kůň.....	25
3.3.2	Pozice hlavy a krku	26
3.3.3	Používání restriktivních nánosníků	28
3.3.4	Využití moderních technologií jako pomoc rozhodčím	29
3.4	Použití moderních technologií	30
3.4.1	Tenzometry	30
3.4.1.1	Senzor	31
3.4.1.2	Rozsah.....	32
3.4.1.3	Senzitivita	32
3.4.1.4	Dynamická odezva.....	32
3.4.1.5	Frekvence vzorků.....	32
3.4.1.6	Připnutí.....	33
3.4.1.7	Kalibrace	34
3.4.1.8	Ukládání a zobrazení dat.....	35
3.4.2	Tlaková dečka.....	35

4	Metodika.....	37
4.1	Hodnocení soubor koní a jezdců.....	37
4.2	Použité vybavení	38
4.2.1	Charakteristika tenzometrů.....	38
4.2.1.1	Pilotní testování tenzometrů	39
4.2.2	Tlaková dečka.....	39
4.2.2.1	Pilotní testování tlakové dečky.....	41
4.3	Průběh experimentu	41
5	Výsledky	42
5.1	Závislost mezi SP a RT.....	42
5.2	Vliv zkušenosti jezdce na SP a RT	43
5.3	Závislost SP na váze jezdce.....	46
6	Diskuze.....	47
6.1	Použití moderních technologií	47
6.1.1	Tenzometry.....	47
6.1.2	Tlaková dečka.....	47
6.2	Zhodnocení dat.....	48
6.2.1	Závislost mezi SP a RT	48
6.2.2	Vliv zkušenosti jezdce na SP a RT.....	48
7	Závěr	49
8	Literatura	50
9	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	57
10	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Jezdectví má ve společnosti hluboké kořeny a v mnoha ohledech má i svou významnou historickou hodnotu. Postupem času se jezdeckví přetransformovalo do moderní sportovní disciplíny tak, jak ji známe dnes (Klontza-Jaklova 2020). Využití koní se mění a ze zdroje obživy se stává především hobby nebo sport až na olympijské úrovni. Toto moderní využití koní s sebou ale nese i spoustu rizik, které spočívají především v nesprávném pochopení etologie koně a v chybné komunikaci a péči, kdy v konečném důsledku může být nejen ve větší či menší míře narušeno welfare koně, ale rovněž zásadně ovlivněna bezpečnost jezdce (Starling et al. 2016).

Jezdectví je založeno na precizní komunikaci a kooperaci mezi koněm a jezdce (Hausberger et al. 2008). Jezdec svým tělem udílí koni pomůcky, na které se kůň učí správně reagovat. Cílem tréninku je přitom dosáhnout maximální harmonie mezi dvěma spokojenými atlety – koněm a jezdce (ČJF 2023). Znalost principů taktilně-kinestetického komunikačního kódu – tedy vzorců udílení pomůcek a reakcí koně na ně – je pro jezdeckou praxi zásadní.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce bylo vypracovat přehled o vývoji taktilně-kinestetické komunikace mezi jezdcem a koněm a potvrdit souvislosti této komunikace. Cílem experimentální části práce bylo zanalyzovat závislost mezi tlakem sedu jezdce a napětím v otěžích, a to pomocí moderních technologií.

Hypotézy:

- **H1:** Tlak sedu do hřbetu koně je nepřímo úměrný napětí v otěži.
- **H2:** Existuje přímá úměrnost mezi zkušeností jezdce a jeho schopností vyvinout tlak sedem do hřbetu koně.

3 Literární rešerše

3.1 Biomechanika koně

Koně byli domestikováni přibližně 5 000 let př. n. l. Od většiny ostatních domestikovaných zvířat je ale zásadně odlišoval způsob využití: nebyli chováni pouze jako zdroj potravy, ale byli zároveň využíváni jako dopravní prostředek pro civilní i vojenské účely (Klontza-Jaklova 2020). Tato odlišnost byla umožněna díky výborným pohybovým schopnostem koní.

Ještě relativně nedávno byli koně zobrazováni umělci i vědci v různých polohách, o kterých dnes již víme, že nejsou součástí jejich běžného pohybového repertoáru. K těmto chybám docházelo proto, že časové rozlišení lidského oka je nedostatečné k rozeznání sledu končetin u rychle pohybujícího se koně. Byly to teprve sofistikované fotografické techniky, které umožnily vědcům podrobně charakterizovat jednotlivé chody koní (Clayton 2016).

Eadward Muybridge zveřejnil v pozdním 19. století průkopnickou práci, ve které objasnil vzorce jednotlivých chodů a potvrdil existenci fáze vznosu. Učinil tak pomocí instalace několika fotoaparátů spouštěných v po sobě jdoucích sekvencích. 20. století přineslo obrovský pokrok ve fotografických technologiích. S přispěním zvýšené informatizace v době, kdy se koně stávali ceněnými spíše pro sport a rekreaci než pro přísně užitkové účely, byla vyvolána exploze znalostí o všech aspektech biomechaniky. Toto období je nazýváno druhým zlatým věkem koňské lokomoce (van Weeren 2013).

Biomechanika je definována jako studium biologických systémů pomocí metod fyziky a mechaniky. Jedná se o velmi široký obor, který zkoumá lokomoci koně jako celku až po subcelulární úroveň. Lokomoce je akt pohybu těla, který se děje generováním zemních reakčních sil („*ground reaction forces*“), když kopyto tlačí proti zemi. Kinematika je podobor biomechaniky a popisuje geometrii pohybu prostřednictvím úhlových posunů, rychlostí a zrychlení (Clayton 2016).

3.1.1 Základní chody koně

Kůň je schopen se precizně pohybovat ve všech směrech a různých rychlostech – dopředu, dozadu, stranou, rychleji a pomaleji. Snahou jezdců je dostat lokomoci koně pod kontrolu svých pomůcek. Tyto lokomoční odezvy mohou být rozděleny do čtyř základních způsobů pohybu, které jsou považovány za základní stavební kameny pro všechny cviky a pohyby na ruce i pod sedlem ve všech jezdeckých disciplínách (McGreevy et al. 2018):

- a) zrychlení,
- b) zpomalení (včetně couvání),
- c) obrat okolo předních končetin,
- d) obrat okolo zadních končetin.

Dále lze definovat 4 hlavní směry, ve kterých se končetiny mohou pohybovat (Back & Clayton 2013):

- a) protrakce (pohyb nohy dopředu),
- b) retrakce (pohyb nohy dozadu),
- c) abdukce (pohyb nohy od mediální roviny),
- d) addukce (pohyb nohy k mediální rovině).

Zatímco protrakce a retrakce je používána pro zrychlování a zpomalování, abdukce a addukce produkují změny ve směru pohybu. Lze tedy říct, že každý pohyb má svůj díl protrakce, retrakce, abdukce a addukce (McGreevy et al. 2018).

Cílem jezdeckého vzdělání koně je mimo jiné zušlechtění základních chodů a jejich optimalizace. Kvalita chodu se přitom neurčuje pouze podle správného nohosledu, ale podle celkového projevu koně. Dle Knopfhart (2022), „čistým chodem“ disponuje kůň, který „při uvolnění vyšlapuje, resp. skáče zadními končetinami v odpovídajícím tempu a prostoru vpřed, pruží hřbetem, krk je v rovnováze a uvolněně se nese, zátylek je prostupný, huba činná a jezdec může pomocí nenápadných pomůcek koně tvarovat.“

V závislosti na pozici končetiny v prostoru můžeme pozorovat dvě fáze (McGreevy et al. 2018):

1. fáze stání („*stance phase*“) – pokud je končetina v kontaktu se zemí,
2. fáze vznosu („*swing phase*“) – pokud končetina není v kontaktu se zemí.

Fáze stání vždy začíná při dopadu končetiny na zem, končí při zvednutí do vzduchu a vztahuje se na jakýkoli okamžik kontaktu se zemí, ke kterému dojde během lokomoce. V důsledku tlaku, který kůň svými svaly vyvíjí proti zemi, dodává do pohybu sílu (Clayton 2016).

Přestože fáze švihu nedodává do pohybu sílu, má důležitý efekt na lokomoci stran rychlosti a akce, a je fází stání přímo ovlivněna. Vzhledem k tomu, že fáze švihu je optimálním momentem pro provádění změn v rychlosti nebo směru, je pro jezdce i trenéry důležité osvojit si schopnost rozeznání fáze, ve které se jednotlivé končetiny nacházejí (Clayton 1989; McGreevy et al. 2018).

Dušek (2007) je při popisu pohybu podrobnější a rozděluje ho na šest fází:

1. odraz – okamžik, kdy se zadní končetina odpoutá ze země,
2. přísun – pohyb od odrazu do dosažení kolmé plochy,
3. vykročení – od svislé polohy končetiny do došlápnutí,
4. došlápnutí – okamžik, kdy natažená končetina došlápně,
5. nesení – od došlápnutí do dosažení kolmé polohy,
6. posouvání – od kolmé polohy do odrazu.

3.1.1.1 Krok

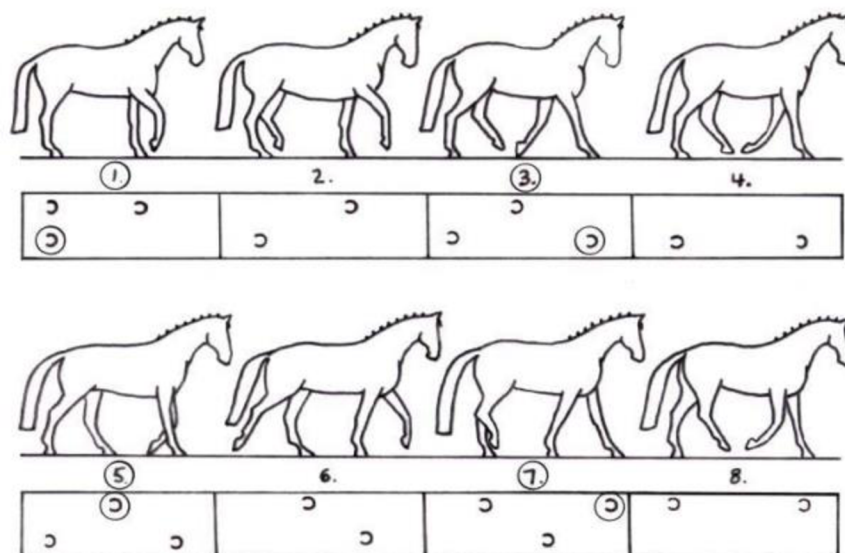
Krok je kráčivý, čtyřdobý chod s osmi fázemi, kdy musí být dodrženy pravidelné intervaly mezi každým úderem (ČJF 2023; Knopfhart 2022). Za minutu každá končetina udeří o zem 50 až 60krát, s průměrnou rychlostí 100 m/min (Dušek 2007). Pokud kůň stojí rovnoměrně na všech čtyřech končetinách, jako první vykročí většinou přední nohou. V případě, že to je levá přední, klade postupně na zem končetiny v následujícím pořadí: levá přední, pravá zadní, pravá přední, levá zadní (viz Obr. č. 1). Synchronizovaně s pohybem

končetin se krk koně natahuje a zkracuje. Jezdcovy ruce by měly tento pohyb následovat a pohybovat se dopředu a zpět (McGreevy et al. 2018).

V kroku lze dle ČJF (2023) rozeznat následující ruchy:

- a) střední krok,
- b) shromážděný krok,
- c) prodloužený krok,
- d) volný krok.

Krok je nejúspornějším chodem a kůň vydrží v tomto pohybu setrvávat po dlouhou dobu (Dušek 2007). V přírodě je pro koně výhodné pohybovat se v kroku tak, aby zadní končetina dopadala přímo do stopy přední končetiny. Moderní drezurní koně jsou ale chováni a trénováni tak, aby se v kroku tzv. překračovali – zadní končetina dopadá o několik stop před přední končetinu. Takto kráčet může pouze kůň, který se pilně pohybuje vpřed s uvolněnými zády, proto je takový krok v drezuře vysoce ceněn (McGreevy et al. 2018).



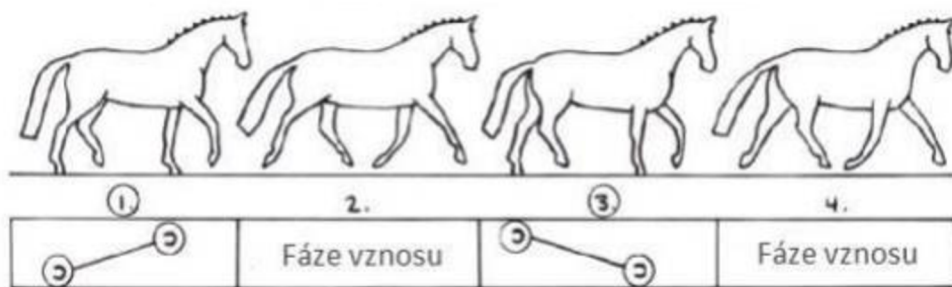
Obr. č. 1: Krok je chod v čtyřdobém taktu s osmi fázemi. Čísla v kroužku značí úder (FEI 2022).

3.1.1.2 Klus

Klus je dvoudobý chod se čtyřmi fázemi, ve kterém se v pravidelných intervalech střídají diagonální končetiny (levá přední a pravá zadní, pravá přední a levá zadní; viz Obr. č. 2). Každý klusový krok dělí okamžik vznosu (ČJF 2023; Knopfhart 2022). Každý pár končetin udeří o zem 70 až 80krát za minutu. V klusu se krk koně nehýbe tolik, jako v kroku nebo ve cvalu (McGreevy et al. 2018).

V klusu rozeznáváme následující ruchy:

- a) pracovní klus,
- b) prodloužení kroků
- c) shromážděný klus,
- d) střední klus,
- e) prodloužený klus.



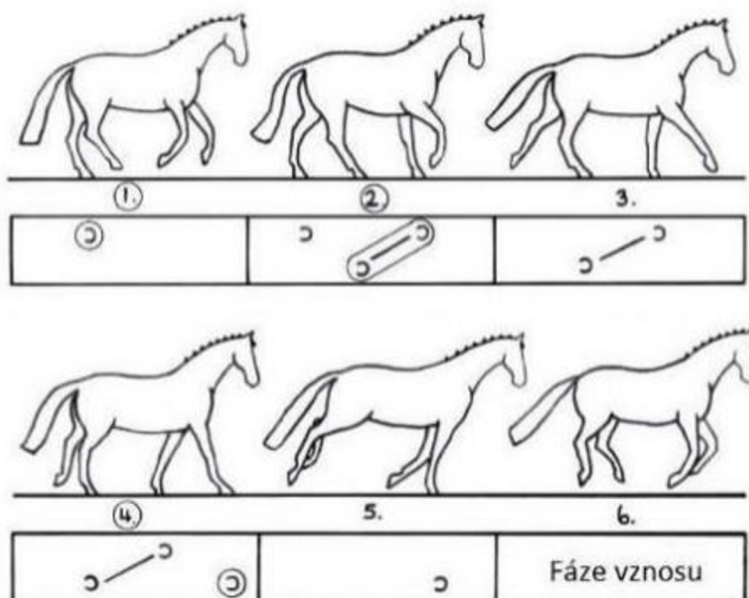
Obr. č. 2: Klus je dvoudobý chod se čtyřmi fázemi. Čísla v kroužku značí úder (ČJF 2023).

3.1.1.3 Cval

Cval je třídobý chod s šesti fázemi, přičemž šestá fáze je vzos (viz Obr. č. 3). Je ze všech chodů fyziologicky nejnamáhavější (Dušek 2007). Nohosled se liší dle ruky, na kterou kůň cválá, při cvalu vpravo je to: levá zadní, současně pravá zadní a levá přední, pravá přední (ČJF 2023; Knopfhart 2022). Každá končetina, resp. pár, se dotkne země 70 až 110krát za minutu, jde tedy o chod nejvíce variabilní, co se rychlosti týče. Končetina, kterou kůň cval započne, se může lišit. Dle Back & Clayton (2013) začíná cval vedoucí přední noha, pokud kůň dělá přechod z klusu do cvalu, na rozdíl od přeskočku, kdy cval na novou ruku započne vnější zadní končetinou. Znalost těchto odlišností je stěžejní pro trénink, kdy jezdec může správným načasováním a použitím pomůcek zjednodušit koni provedení cviku.

Ve cvalu lze dle ČJF (2023) rozeznat následující ruchy:

- pracovní cval,
- prodloužení skoků,
- shromážděný cval,
- střední cval,
- prodloužený cval.



Obr. č. 3: Cval je třídobý chod s šesti fázemi. Na obrázku cval vpravo; čísla v kroužku značí úder (ČJF 2023).

3.2 Komunikační kód

3.2.1 Historie jezdeckví

Kůň byl domestikován v období neolitu, eneolitu až po ranou dobu bronzovou, přičemž hlavními domestikačními centry byla Ukrajina, Kazachstán, východní a západní Evropa. Kůň byl pro lidi jak zdrojem masa, tak i tažnou silou a dopravním prostředkem (Levine 2005). Ačkoliv výcvik jezdeckých koní probíhal především metodou pokus-omyl, již 400 let př. n. l. sepsal dějepisec, vojevůdce a filosof Xenophon knihu *Perri Hippikes*, kde zdůrazňoval důležitost pochvaly, důvěry mezi jezdcem a koněm, a rovněž popisoval základy shromáždění (Schöffmann 2006).

Dle Záliše (2002) byla převládajícím kritériem pro úspěšné ježdění na koni nejprve jezdecká zdatnost. Ta se teprve postupem času přehoupla do snahy kultivovat pohyb koně a přinést do jezdeckví kulturu a systém. Kůň již nebyl pouze cvičen k výkonu, nýbrž pohybově školen. Postupně vznikl velmi složitý dorozumivací kód mezi koněm a jezdcem, a pro předávání informací mezi jezci vznikla i jezdecká řeč. Dle Karla (2006) se tento zlom udál v polovině 16. století, kdy byla založena první jezdecká akademie.

Kontroverzní osobou, která ale do značné míry formovala tehdejší jezdecké umění byl Frederigo Grisone, který často volil pro výcvik koně hrubé metody. Dle Záliše (2002) jsou ale jeho zásluhy za tvorbu a sepsání základního systému značné. Další kvalitu přinesl mistr Antoine Pluvinel de la Baume, Ten hlásal laskavý přístup ke koni, kterého by práce měla těšit („kůň musí mít z ježdění radost, jinak jezdec ladnosti nedosáhne“) (Schöffmann 2006).

Další osobností je William Cavendish Duke of Newcastle, který je např. autorem průvlečné otěže (Záliš 2002). I přesto ale Karl (2006) říká, že formoval absolutní základy klasické drezury a zdůrazňuje Cavendishův názor, že umění má vždy vycházet z přírody a nikdy nesmí jít proti ní.

V 18. století se proslavil svou prací a knihou „*École de Cavaliere*“ mistr Francois Robichon de la Guérinière. Ten chtěl pomocí příježd'ování a systematické práce s koněm předejít nemocím a úrazům. Zároveň jako první zavedl stěžejní gymnastický prvek dovnitř plec (Záliš 2002). Jezdecké umění ale záhy zničila Francouzská revoluce (Schöffmann 2006).

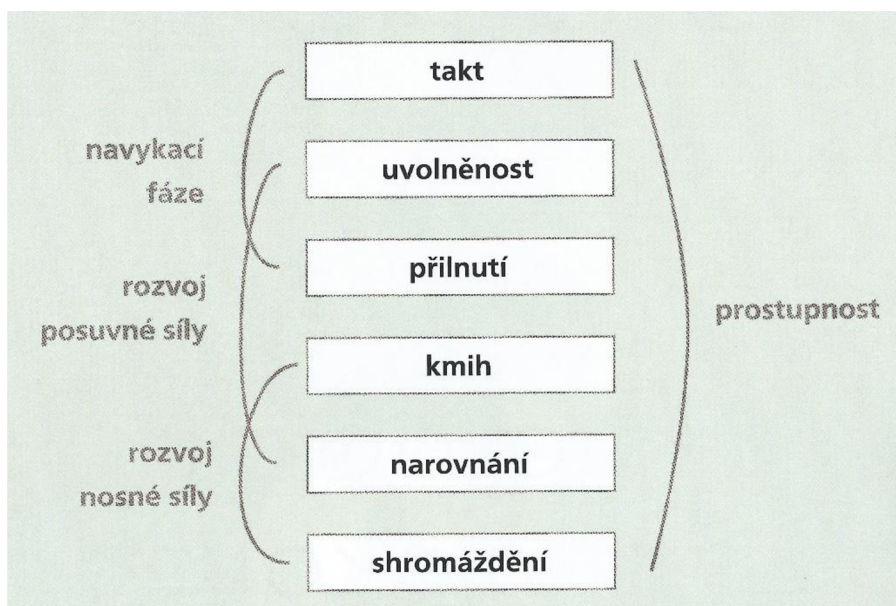
V 19. století převzaly vliv školy jezdecké kavalerie v Saumuru a v Hannoveru. Jezdecké umění bylo rozděleno na dva hlavní směry: Baucherův a D'Aureův. Jejich žák, Alexis L'Hotte učení obou mistrů přetvořil do jednoho společného a koně trénoval pomocí principu „uvolněně-vpřed-rovně“ (Schöffmann 2006).

Ve 20. století začalo převládat využití koně pro sport. Z drezury se stal celosvětová sport, který je značně ovlivňován ekonomikou. Díky špičkovému chovu a tvrdé selekci lidé začali disponovat výbornými koňmi s výjimečnými vlohami. Současná drezura tak čím dál tím více získává svou stinnou stránku tím, že si vynucuje – často iluzorní – výsledky, používá k jejich dosažení autoritativní metody a zanechává na koních negativní dopad (Karl 2006).

3.2.2 Stupnice vzdělání koně

Stupnice je systematický dokument, který popisuje jednotlivé stupně výcviku koně a jejich prolínání (viz Obr. č. 4). Cílem tohoto tréninkového systému je maximálně posílit

pohybový aparát a psychiku koně a tím dosáhnout absolutní prostupnosti. Obsahuje šest komponent: takt, uvolnění, přilnutí, kmih, narovnání, shromáždění (FN 2017).



Obr. č. 4: Grafické znázornění stupnice vzdělání koně. Převzato dle FN (2017).

Původ stupnice vzdělání koně lze hledat již ve výcviku koní pro kavalerie. Pro úspěšnou válečnou jízdu bylo nezbytné, aby kůň reagoval i na nejjemnější pomůcky, protože na jeho rychlých reakcích byl závislý život jeho jezdce. První prototyp stupnice byl sepsán v roce 1912 v Německu do předpisů vojenské služby a staly se základem současných Směrnic jezdeckví a vozatajství jezdecké federace (Schöffmann 2006).

Ačkoliv stupnice je použitelná a platná pro každého koně, je nutné respektovat individualitu koně, a především poskytnout mu dostatek času. Pokud jezdec na výcvik spěchá, může se často setkat se vzdorem koně, časem se závažnými problémy v jezditelnosti a v nejhorším případě se zdravotními problémy (Schöffmann 2006; FN 2017).

Karl (2006) nicméně se správností a funkcí stupnice nesouhlasí. Dle něj opomíná stěžejní základy – školu pomůcek a rovnováhu. Kritika se týká také umístění uvolněnosti, která by dle Karla měla spolu s výše zmíněnými požadavky stát na prvním místě. Dle Schöffmann (2006) ale stupnice nevypadala vždy tak, jak je tomu nyní – v roce 1954 totiž došlo k prohození právě zmíněného uvolnění až na druhé místo za takt.

Další verzi stupnice představuje Podhajsky (1979), který definuje tři pilíře (fáze) využívané ve Španělské jezdecké škole. **Fáze 1** spočívá v ježdění koně na rovných liniích, v jeho přirozeném nesení s kontaktem na dlouhé otěži. **Fáze 2** navazuje na **Fázi 1** a představuje jedinou možnou přípravu na **Fázi 3**. Rozvíjí u koně shromáždění, sebenesení a perfektní rovnováhu. Ve **Fázi 2** se rovněž rozvíjí skokové schopnosti překonáváním přírodních skoků. Ve **Fázi 3** se kůň učí maximálnímu shromáždění, prostupnosti, dochází k vyššímu sebenesení zadních končetin u běžných i méně běžných chodů a figur. Tomuto vrcholu jezdeckého umění se říká „Vysoká škola“ (Podhajsky 1979).

3.2.3 Taktilně-kinestetický komunikační kód

Aby se člověk a kůň efektivně dorozuměli, potřebují spolu komunikovat. Vznikají tak složité komunikační kódy. Ten, který se odehrává mezi koněm a jezdcem můžeme označit jako taktilně-kinestetický. Taktilní kód vzniká na základě fyzického kontaktu, který při ježdění vyskytuje mezi jezdcem a koněm. Tento kód je přenášen pomocí kinestetického smyslu. Ten informuje koně o poloze těla jeho samého i jezdce; jezdce naopak informuje o sobě samém i o fyzickém stavu koně, na kterém jede. Komunikační kód lze trénovat a pilovat, a od počátečních silných signálů se lze k jemnému sdělení dopracovat. Úspěšná komunikace stojí především na jezdcovi, který je schopen své požadavky vůči koni formulovat srozumitelným způsobem (Záliš 2002).

3.2.4 Pomůcky jezdce

Dle ČJF (2023) má být všech cviků dosahováno bez viditelných pomůcek a zjevného úsilí jezdce. Jezdec má být dobře vyvážený, pružný, sedět hluboko uprostřed sedla a plynule následovat rytmus pohybu koně. Účinnost pomůcek jezdce rozhoduje o tom, jakým způsobem bude kůň předveden. Pozorovatel by měl mít vždy dojem harmonické spolupráce mezi koněm a jezdcem.

Pomůcky je třeba používat s rozmyslem a jasným cílem, aby jejich aplikací nedošlo ke zmatení koně a výskytu nežádoucího konfliktního chování. Velmi problematické může být v tomto ohledu špatné načasování uvolnění tlaku, kdy se jezdci často zpožďují a tlak uvolňují příliš pozdě. Dlouhodobě nevhodné používání pomůcek je pro koně stresující a může eskalovat až do naučené bezmoci (Hausberger et al. 2008; McLean & Christensen 2017; McGreevy et al. 2018).

Mezi základní pomůcky řadíme sed, holeň a ruku (otěž), mezi doplňkové pomůcky potom ostruhy, bič a hlas (FN 2017). Používání doplňkových pomůcek je ale na závodech omezeno nebo zakázáno, např. použití hlasu jakýmkoliv způsobem, vč. mlaskání, je v drezuře považováno za vážnou chybu, a na všech mezinárodních závodech je pod trestem vyloučení zakázáno držet při soutěži v drezurním obdélníku bičik. Co se ostruh týče, ty jsou naopak v mnoha drezurních úlohách povinné, je však zakázáno používat ostruhy s pevným kolečkem nebo ostrými hroty (ČJF 2023).

3.2.5 Sed

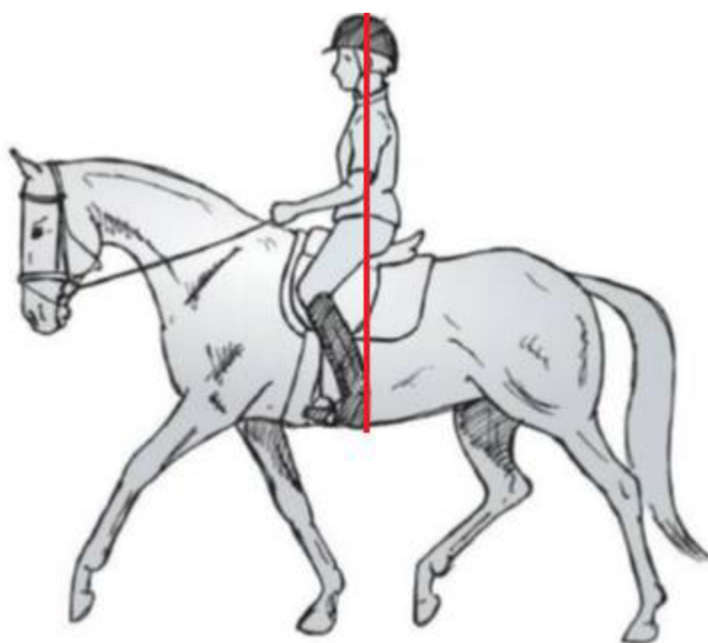
Pomůcka sedem má na koně výrazný vliv. Karl (2006) pomůcku sedem nazývá spíše jako pomůcku vahou či rovnováhou; kůň totiž značně cítí výkyvy v naší rovnováze. Pro funkční využívání této pomůcky je tedy stěžejní, aby jezdec seděl korektně (viz Obr. č. 5).

Jezdec má sedět hluboko uprostřed sedla s vahou rozloženou mezi obě sedací kosti a plynule následovat rytmus pohybu koně s uvolněnými bedry i kyčlemi a s klidnými stehny i nohama protaženými dolů. Paty mají být nejnižším bodem. Vrchní část těla je uvolněná a vzpřímená, záda rovná a pohled směřuje dopředu. V korektním postavení můžeme pozorovat rameno, kyčel a patu v jedné linii pod sebou (Dobeš 1997; FN 2017; ČJF 2023).

Dosáhnout korektního sedu není snadné a vyžaduje kvalitní výcvik. Dobeš (1997) doporučuje trénovat rovnováhu nejprve v lehkém sedu a až postupem času přejít k ježdění

v plném sedu. Pro psychické i fyzické uvolnění doporučuje provádět gymnastické cviky na koni. Doporučit lze také pravidelnou jízdu bez třmenů, překonávání kavalet, malých skoků a jízdu v terénu. Tato cvičení jsou zároveň i prevencí před chybami v sedu, jako jsou např. kulatá či prohnutá záda, přílišný předklon, záklon a s tím související špatné pozice nohou. Nekorektní sed znemožňuje udílení korektních pomůcek. Je třeba si dávat velký pozor na křivost, která může postupně vést k dysbalancím u koně (de Cocq et al. 2009; FN 2017). V neposlední řadě je základním požadavkem dobrého sedu uvolněnost, veškerá ztuhlost se totiž převádí na koně, u kterého se nedostatečným uvolněním jednoduše objeví poruchy taktu (Schöffmann 2006).

Jezdec používá pomůcku sedem tak, že přenáší svou váhu. Kůň se snaží vyrovnat těžiště a váhu následuje. Pokud chce jezdec projet obrat, přenesení své váhy na příslušnou stranu a zároveň do tohoto směru natočí hlavu, kterou následují ramena a pánev (FN 2017). Působit na koně sedem, tentokrát plným, je nutné rovněž při shromáždění a přechodech, a to větším či menším následováním pohybu koně, nebo např. zhoupnutím (Dobeš 1997).



Obr. č. 5: Korektní sed jezdec. Červená přímka znázorňuje správné posazení do linie rameno-kyčel-pata (FN 2017).

3.2.6 Holeň

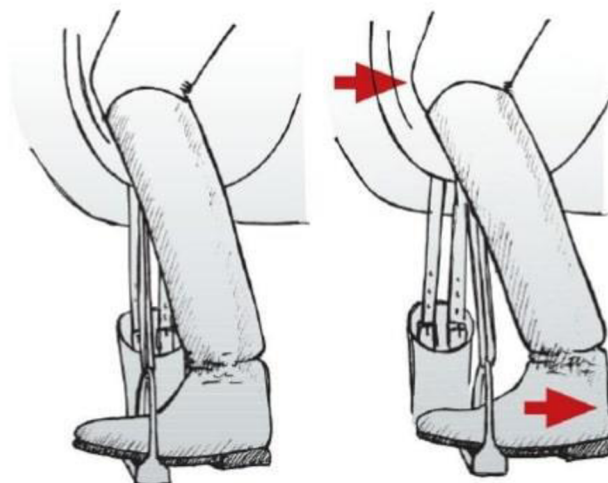
Tlakem holení jezdec koně vybízí k pohybu dopředu a rovně (pokud jsou použity obě holeně najednou) nebo do strany či k ohnutí k jedné straně (pokud působí jedna holeň) (Dobeš 1997).

Holeně by měly být podél koně volně přiloženy při zadním okraji podbřišníku, pata je nejnižším bodem. Třmen je našlápnut v nejširší části chodidla a musí být v odpovídající délce. Koleno je přiloženo a špička mírně vytočena od koně (Dobeš 1997; FN 2017).

Pozice holeně se může měnit v závislosti na informaci, kterou má sdělovat – vnější holeň posunutá za podbřišník značí pohyb do strany (viz Obr. č. 6). Při obrazech zároveň posunutá vnější holeň reguluje správné ohnutí zádě (FN 2017). Holeně jsou ve stálém lehkém styku

s koněm a při provedení požadovaného cviku musí působit vždy stejně, na tomtéž místě a včas, aby byly koni srozumitelné. Jakmile kůň poslechne, vrátí se zpět do lehkého přiložení (Dobeš 1997). Je potřeba se vyvarovat hrubého použití holení, jako je nadměrné tlačení či kopání, jelikož neposlušnost koně „na holeň“ je často způsobena špatnou jezdeckou technikou. Výsledkem nevhodného používání holení je neposlušnost, tupost, pozdní reakce a neochota koně k práci (McLean & Christensen 2017; McGreevy et al. 2018).

Kůň je schopen (nejen) tlak holeně vnímat pomocí mechanoreceptorů, jejichž nejjednodušší verzí jsou volná nervová zakončení, složitější potom větší či menší shluky buněk, které mění mechanickou energii (např. změnu jejich tvaru) na akční potenciál; vzruch je poté odveden aferentními vlákny do mozku. V taktilní komunikaci se uplatňují především Vater-Paciniho tělíska, Meissnerova tělíska, Ruffiniho tělíska či Merkelovy disky. První tři zmíněná tělíska mají vysokou schopnost adaptace, tedy přerušování vybavování impulzů, pokud na ně podnět působí dlouho či často – jsou to tzv. fázické receptory. Opakem jsou např. Merkelovy disky, které reagují na nepřetržitý tlak a tím poskytují informaci o době trvání či směru působení (Reece 2011).



Obr. č. 6: Správná pozice holeně, vlevo na podbřišníku, vpravo za podbřišníkem (FN 2017).

3.2.7 Ruka

Pomůcka rukou je dle FN (2017) spíše doplňkem k pomůcce sedem a holení. Jezdec s koněm při použití pomůcky rukou komunikuje prostřednictvím udidla, které je umístěno na bezzubé části dolní čelisti (Dobeš 1997). Pomůcka je používána pro zpomalení, ohnutí, kontrolu pozice plecí, směru jízdy a pozice hlavy (Egenvall et al. 2015). Jezdec udržuje v otěžích větší či menší napětí, které je dáno nejen jezdcovými pomůckami, ale také momentálním chodem a přijímáním udidla koněm (Eisersiö et al. 2015).

Ruka je rovněž důležitým prostředkem pro dosažení korektního přilnutí. Dle Schöffmann (2006) musí jezdec koně přimět pobízejícími pomůckami k většímu a pilnějšímu vykračování a pohyb současně zachycovat polovičními zádržemi – tedy pobízet koně „odzadu dopředu do ruky“. Zjednodušeně řečeno vytváří ruce jezdce protipól vykračujícím zadním končetinám. Bohužel jsou pomůcky rukou v současné době často nesprávně používány jako prostředek k „dostání koně na otěž“. Nepřiměřený tlak utlačuje jazyk a vyvolává ztuhnutí dolní čelisti, které se potom šíří dál na celý krk koně (Karl 2006). Mezi varovné signály patří skřípání zuby,

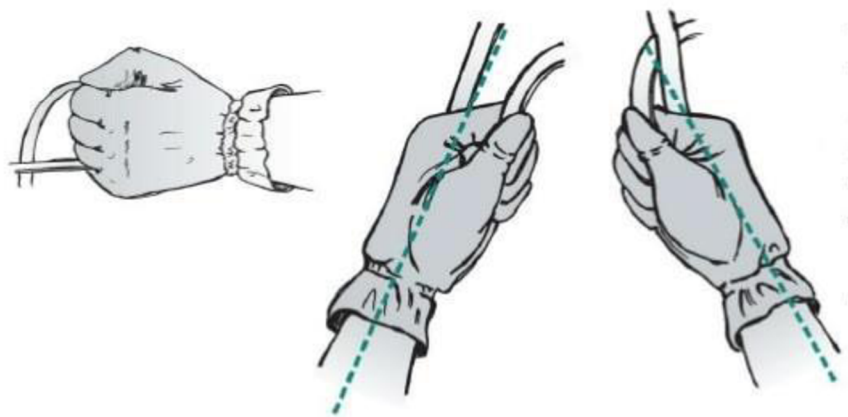
vytahování jazyka nahoru či jeho plazení, nebo naopak žádné známky překusování či pění – tzv. „mrtvá huba“. Nesprávné použití pomůcky otěží má rovněž širší vliv na další aspekty stupnice vzdělání koně – často dochází k poruchám taktu (a to především v kroku), je zásadním způsobem nabourána uvolněnost a v důsledku toho zasaženy i všechny ostatní pilíře výcviku (Schöffmann 2006).

O pomůcce ruky je nutné přemýšlet i z welfare perspektivy – je totiž pravděpodobné, že tlak udidla může být pro koně v některých situacích velmi nepříjemný (Christensen et al. 2011). Ve studii Ludewig et al. (2013) způsobilo zkrácení otěží o 10 cm značnou změnu chování koní, kteří se sice nové délce přizpůsobili, ale projevovali známky nepohody a snažili se nadměrnému tlaku vyhnout (otevření huby, sklopení uší apod.). Christensen et al. (2011) zjistili, že mladí koně bez zkušeností s udidlem se v případě nabídnutí potravy, pro kterou se museli natáhnout, naučili radši tlaku udidla vyhýbat, než aby si na něj navykli. Mimo jiné je tlak udidla spojen se zraněními v koňské hubě (Tell et al. 2008). Je tedy zřejmé, že pomůcky otěží je třeba používat s maximální opatrností. Nadměrné tahání za otěže není nutné, protože koňská huba je velice citlivá a správným tréninkem je možné pomůcku velmi rychle zjemnit – Eisersiö et al. (2021) uvádějí, že za jednu tréninkovou lekci lze intenzitu signálu otěží zredukovat na polovinu.

Správné uchopení otěží je mezi malíčkem a prsteníčkem, přičemž otěž dále putuje mezi palec a ukazováček (Obr. č. 7). Palce vždy směřují směrem vzhůru, pěsti jsou pevně, avšak ne křečovitě zavřené a uvolněné (FN 2017). Ruce mají být nesený klidně, nízko a těsně u sebe s palci jako nejvyšším bodem a mají být nezávislé na sedu jezdce. Ruce by měly být v takovém postavení, aby loket jezdce přes ruku a otěž k hubě koně tvořil přímku. Lokty jsou drženy těsně u těla a umožňují jezdci měkce a volně sledovat pohyby koně. Na závodech je nutné v drezurních úlohách vždy držet obě dvě otěže najednou; výjimkou je vstupní a závěrečný pozdrav rozhodčích, kdy je nutné pustit otěže jednou rukou, zároveň je akceptována i diskrétní pochvala koně (ČJF 2023).

Jak již bylo řečeno, aby byl kůň schopen rozeznat pomůcku otěží, je nutné, aby měl jezdec klidné ruce a koně nezahlocoval balastními signály (Karl 2006). Jezdec pomůcku aplikuje vytvořením napětí v otěži, které po správné reakci koně okamžitě uvolňuje. Jezdec musí zvolit adekvátní délku otěží, aby byl schopen udílet jemné signály. Rozdílně působí rovněž vnější a vnitřní otěž, přičemž hlavní úlohu přebírá vždy otěž vnější. Ta určuje stupeň ohnutí v krku, tempo a shromáždění. Vnitřní otěž má spíše roli doplňující a pomáhá s ohnutím koně dovnitř (FN 2017).

Dobeš (1997) rozděluje pomůcky otěží na pasivní a aktivní, přičemž aktivní ještě dále rozděluje na vydržující otěž a zadržující otěž. Pasivní pomůcky jsou používány při navykání koně na udidlo, učí ho odžvýknout, snižovat krk za udidlem a lehce stavět k oběma rukám. Jakmile je kůň schopen při této pomůcce zůstat na lehkém přilnutí, přichází čas na aplikaci aktivních pomůcek otěží. Jezdec přitom může použít „vydržující otěž“, při které ruka bez pohybu zpět spolu s působením holení žádá koně o změnu ruchu či držení; nebo „zadržující otěž“, při níž jezdec působí rukou mírným tahem zpět. Poslední zmíněná pomůcka se ale nikdy nesmí změnit v pouhé tahání a musí se střídát s povolující a vydržující otěží.



Obr. č. 7: Správná pozice rukou, pěst je sevřená s palci směřujícími nahoru, rovně postavené zápěstí (FN 2017).

3.2.8 Pozice hlavy a krku koně

Drezurní pravidla FEI definují, v jaké pozici by měl být kůň ježděn a trénován: „Při veškeré práci, i při zastavení, musí být kůň „na přílnutí“. Říkáme, že kůň je na „přílnutí“, když krk je více nebo méně zvednutý a vyklenutý podle stupně výcviku a podle prodloužení, nebo shromáždění chodu, přijímá udidlo s lehkým a měkkým kontaktem a stálou poslušností. Hlava musí zůstat v ustálené poloze, zpravidla nepatrně před kolmicí, s pružným týlem jako nejvyšším bodem šíje a bez odporu ke Sportovci“ (FEI 2022). I přesto se jezdci trénující koně v této korektní poloze vytrácejí a přibývá těch, kteří praktikují trénink s hlavou za kolmicí, nebo ve velmi diskutované hyperflexní poloze (Christensen et al. 2014).

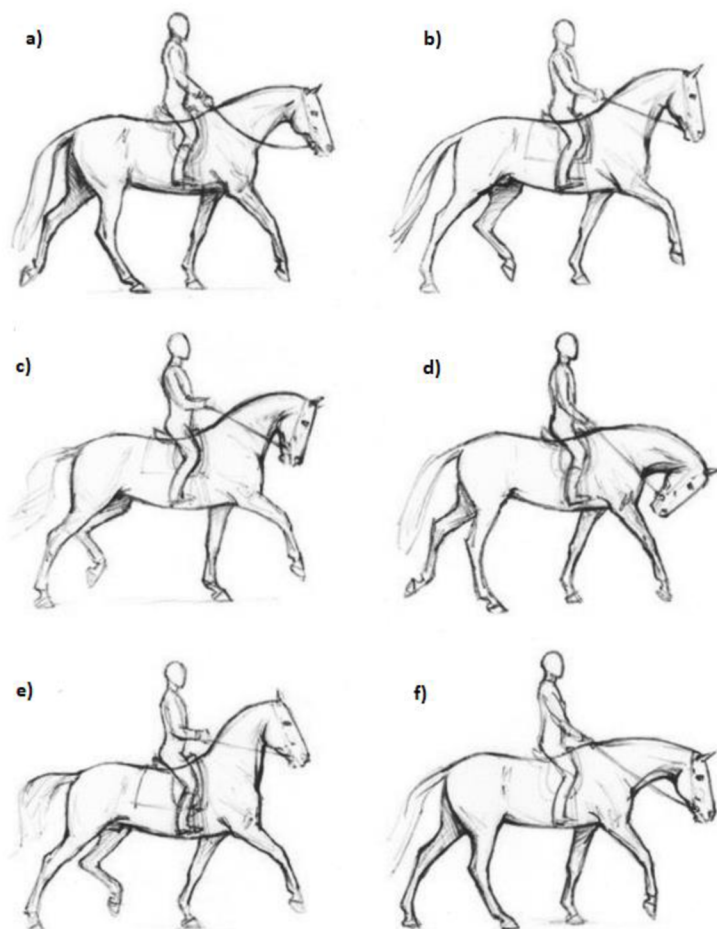
Rozlišujeme několik pozic hlavy a krku (viz Obr. č. 8):

- a) volná, hlava a krk se pohybuje bez omezení,
- b) krk zvednutý, nos před kolmicí,
- c) krk zvednutý, nos za kolmicí,
- d) hlava a krk snižená, nos za kolmicí,
- e) hlava a krk v extrémně vysoké pozici,
- f) hlava a krk natažena dopředu a dolů.

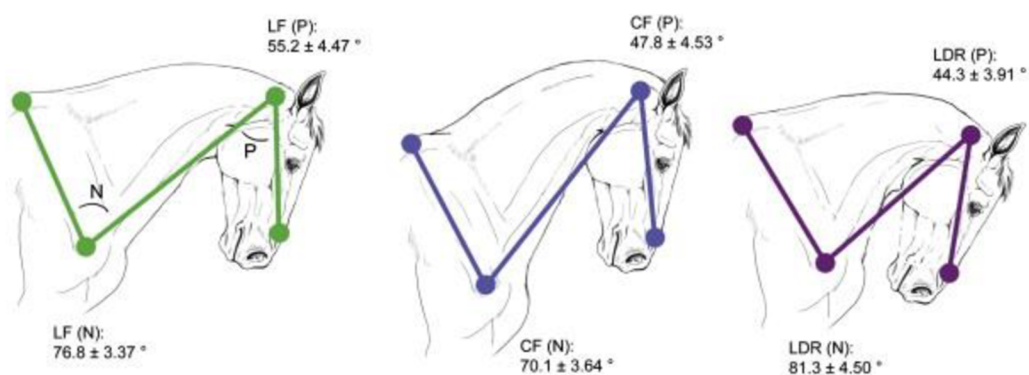
Hyperflexe krku koně, známá také pod slovy *rollkur* nebo *LDR* (*low, deep and round*) je označení pro takovou pozici hlavy a krku, kdy se nos koně ocitá hluboko za kolmicí, jinými slovy je krk dorzoventrálně ohnut až do pozice, kdy se brada může dotknout prsní oblasti (McLean & McGreevy 2010) (viz Obr. č. 9). Někteří trenéři a jezdci tvrdí, že hyperflexe zvyšuje flexibilitu koně a posiluje ventrální svalstvo a jejím cílem je zvýšit výkon drezurního koně v soutěžích (Visser & van Dierendonck 2010). Studie však naznačují, že hyperflexe může ohrozit welfare koně, např. zhoršuje vidění (von Borstel et al. 2009), způsobuje obstrukci dýchacích cest (Cehak et al. 2010; Van Erck 2011; Sleutjens et al. 2012), přetěžuje svaly a vazy, způsobuje opožděný nervosvalový přenos (Elgersma et al. 2010; Wijnberg et al. 2010) a vede ke zmatenosti v důsledku porušení zásad učení (McGreevy et al. 2018).

Pro objektivní hodnocení dopadů hyperflexe na koně by bylo vhodné, aby studie vždy zařadily do svých metodik i měření napětí v otěžích tenzometry. Zdá se totiž, že se dopady mohou lišit dle způsobu, jakým bylo pozice hlavy za kolmicí dosaženo. I FEI na své konferenci

v Lausanne rozlišuje mezi hyperflexí/rollkurem jako flexí krku, která je dosáhnuta pomocí agresivní síly a je tedy neakceptovatelná, a LDR jako technice, kde je dosáhnuto flexe bez použití nadměrné síly, a je tedy akceptovatelná (FEI 2010).



Obr. č. 8: Různé pozice hlavy a krku. Převzato a upraveno dle Weishaupt et al. (2006).



Obr. č. 9: Různé intenzity ohnutí krku za kolmici. LF = volnější rámec (looser frame), CF = závodní rámec (competition frame), LDR = dole, hluboko, kulatě (low, deep and round) (Christensen et al. 2014).

3.2.9 Přechody

Při volném pohybu bez omezení jezdcem kůň provádí přechody mezi chody z důvodu energetické úspornosti (Hoyt & Taylor 1981), pro snížení působících sil na končetiny (Farley & Taylor 1991) a/nebo pro zachování stability (Granatosky et al. 2018). Při jezdeckém výcviku se kůň trénuje tak, aby změnil chod na pomůcku jezdce. Jedním z hlavních úkolů jezdce je proto naučit koně správně reagovat na signály pro změnu rychlosti, a to jak změnu ruchu, tak přechody mezi chody se změnou nohosledu (Egenvall et al. 2019).

Dle kvality můžeme přechody rozdělit na 2 typy: pokud kůň změní nohosled přímo z jednoho chodu do druhého, jedná se o přechod přímý; pokud se mezi chody vyskytnou intervenující kroky, které nejsou typické pro žádný chod a kůň je používá pro udržení stability, potom jde o přechod nepřímý (Argue & Clayton 1993a, 1993b). Kůň by se měl pohybovat vyváženě, se stabilním nesením hlavy, lehký v ruce, klidný a v korektním držení před, během i po přechodu (Egenvall et al. 2019; ČJF 2023), což jej činí velmi obtížným. Nadměrné pohyby hlavy mohou naznačovat, že kůň bojuje s rovnováhou nebo vzdoruje pomůckám jezdce. Zároveň má být zachována kadence chodu (kromě kroku) až do okamžiku, kdy je chod změněn nebo kůň zastaví. Změny ruchu musí být jasně zřetelné, se zachováním stejného rytmu (ČJF 2023).

Před provedením přechodu se doporučuje, aby jezdec použil poloviční zádrž, která koně na provedení přechodu připraví (Egenvall et al. 2019) – kůň by měl vykročit více pod sebe, shromáždit se a přenést větší váhu na zadní končetiny, aniž by ztratil kmih. Zároveň by měl vyklenout proti tlaku sedu jezdce hřbet. Díky těmto změnám v pohybu se kůň zároveň stává lehčím v hubě. Tím dochází ke zvýšení tlaku na hřbet při současném snížení napětí v otežích (Karl 2006). ČJF (2023) popisuje poloviční zádrž jako téměř současnou koordinovanou činnost sedu, holení a ruky jezdce s cílem zvýšit pozornost a zlepšit rovnováhu koně před provedením cviků nebo přechodů. Pomůcky pro přechod do vyššího ruchu či chodu obvykle zahrnují kombinaci signálů sedu a holení, případně doprovázené lehkou pomůckou oteží. Naopak přechod do nižšího ruchu či chodu je prováděn primárně zvýšením napětí oteží a sedovou pomůckou (McLean & Christensen 2017; Egenvall et al. 2019).

3.2.10 Teorie učení koně ve vztahu k jezdeckví

Učení lze definovat jako změny ve vnitřní organizaci a chování zvířete, které závisejí na posilujících vlastnostech prostředí jeho prostředí. Učení není trvalou změnou, protože reakce může být zvrácena nebo dále upřesněna, pokud se posilující vlastnosti prostředí změní. Výcvik lze vysvětlit jako proces, kdy jsou zvířata vedena tak, aby si ve svém prostředí spojovala podněty s konkrétními reakcemi chování a jejich důsledky, a to prostřednictvím řetězce stimul-reakce-posílení. Tato charakteristika odlišuje učení (výcvik) od geneticky podmíněného chování a od vývojových změn, ke kterým dochází s postupujícím věkem a dospíváním a se sezónními odchylkami. Učení lze obecně rozdělit do tří forem, které mohou být důležité pro tréninkové postupy: neasociativní učení, jako je habituace a senzibilizace; asociativní učení – podmiňování; a komplexní učení, jako je vhléd (Cooper 1998).

Všechny formy jezdeckého umění zahrnují použití jezdcových nohou a oteží pro kontrolu zrychlení a zpomalení, změnu směru a pohyb do stran (McLean & McGreevy 2004). Při práci

ze země je to potom vodítko a hlasové pomůcky (pomocí klasického podmiňování). V raném základním výcviku je kontrola nastolena pomocí operantního podmiňování, konkrétně „negativního posilování“, v jezdeckém chápání primárně jako „uvolnění tlaku“. Při tomto způsobu výcviku jezdec aplikováním postupně zvyšujícího se tlaku (včetně zvyšující se frekvence, např. poklepání bičem) motivuje koně, aby vyzkoušel různé reakce a odstranění tlaku posiluje požadovanou odezvu. Načasování uvolnění tlaku je rozhodující pro posílení správné reakce. Špatné načasování uvolnění tlaku vede ke vzniku mnoha behaviorálních problémů u koně ježděného i vedeného (McGreevy & McLean 2005), přičemž konfliktní chování může eskalovat až do naučené bezmoci (McLean & McGreevy 2004). I přesto je tento způsob výcviku účinným mechanismem pro rychlé dosažení kontroly nad lokomočními reakcemi koně (McGreevy & McLean 2007).

Dle Warren-Smith & McGreevy (2006) je i přes všudypřítomnost ve výcviku koní princip negativního posilování nepochopen. Například upozorňují, že i když očekávaným účinkem zvýšeného napětí otěží je zpomalení, efekt otěží je často popisován bez zmínky o uvolnění tlaku jako kontakt, jehož je správné dosáhnout. Téma kontaktu tedy vyvolává značný zmatek v souvislosti s tlakem, který by kůň měl vydržet, pokud je kontakt považován za správný. Přitom vzhledem k citlivosti koňské huby je pravděpodobné, že nevhodný trénink zpomalujících účinků otěží může vést ke konfliktnímu chování a stresu.

Při správném používání negativního posilování jezdec začíná s aplikací nejlehčího tlaku a plynuje ho zvyšuje tak, aby dosáhl reakčního prahu. Počáteční lehký tlak působí jako diskriminační stimul ohlašující nástup silnějšího tlaku, který se blíží k tomuto prahu. Následné uvolnění tlaku posiluje správnou reakci a posléze se prostřednictvím klasického podmiňování stává diskriminační stimul (lehká pomůcka) spouštěčem. Kontrola všech pohybových reakcí, jak na ruce, tak pod sedlem, by měla být dosažena pomocí těchto lehkých pomůcek – jemnějších verzí původního tlaku (McGreevy & McLean 2007).

Důležitost správného používání negativního posilování potvrzuje i studie Egenvall et al. (2012). Cílem autorů bylo studovat chování koní během 2 různých metod negativního posilování používaných k tvarování chování u mladých, relativně nezkušených koní. Cvičil se signál zpomalení při přechodu z klusu do kroku pomocí zvyšování napětí v otěži, přičemž Metoda 1 (M1) spočívala v uvolnění otěží okamžitě při prvním pokusu o provedení správné reakce a Metoda 2 (M2) zahrnovala uvolnění otěží až v okamžiku dokončení správné reakce. Chování bylo rozděleno do 3 kategorií: „tlačení proti udidlu“, „vyhýbání se tlaku udidla“ a „zpomalování“. Ukázalo se, že při praktikování M1 byli koně vystaveni napětí v otěži větším než 30 N po 19 % času (oproti 38 % u M2), vykazovali méně reakcí „tlačení proti udidlu“ a zároveň bylo nižší napětí otěží spojeno se zvýšenou frekvencí „zpomalování“. Autoři proto navrhnou, že posilování pokusů koně v hledání správné odpovědi zlepší jeho welfare, a že důležitost lehké ruky by měla být neustále zdůrazňována při výchově jezdců.

3.3 Welfare jezdeckého koně

Welfare zvířat je celistvý koncept zabývající se fyzickou a psychickou pohodou zvířat. Třemi hlavními oblastmi, na které se soustředí, je zajištění dobrého fyzického zdraví a fungování zvířat, minimalizace nepříjemných afektivních stavů jako je bolest, strach apod.

a umožnění zvířatům vyvíjet se a žít způsobem, který je pro daný druh přirozený. Prostředkem pro hodnocení welfare se stal koncept 5 domén (Mellor et al. 2020):

1. výživa (příjem vody a přístup k ní, kvalita a dostupnost krmiva),
2. prostředí (parametry ustájení – teplota, ovzduší, podestýlka, prostor apod.)
3. zdraví (zranění, nemoci, fitness),
4. chování (interakce s prostředím, jinými zvířaty a lidmi),
5. mentální stav (výsledek všech předchozích domén).

Hodnocení welfare obvykle považuje chovatelské postupy za největší psychologický stresor (McBride & Mills 2012), avšak stres způsobený ježděním, jako je vystavení novým podnětům a prostředí, oddělení od ostatních koní nebo vystavení neznámým koním (von Borstel et al. 2017), bolest způsobená zraněním, špatnými tréninkovými technikami, špatně padnoucím vybavením, nevybalancovanými a/nebo těžkými jezdci jsou pravděpodobně stejně důležité (McLean & Christensen 2017). Ověřené hodnocení pohody koně, které hodnotí jezdeckou složku života koně, ale bohužel neexistuje (Luke et al. 2022).

3.3.1 Interakce jezdec-kůň

Vztah jezdce s koněm zahrnuje mnoho aspektů, které na různých úrovních mají také vliv na výkon jezdecké dvojice a na vzájemnou pohodu. Je pravděpodobné, že počet různých charakterů koní je stejně velký jako počet osobností jezdce a je proto logické, že pouze některá část možných kombinací vede k optimální shodě. Jezdec do značné míry ovlivňuje koně svým stylem jízdy, sedem, polohou, používáním pomůcek, postojem k ježdění a psychickými vlastnostmi. Jezdec potřebuje nejen ovládat své tělo a mysl, ale zároveň být připraven k vypořádání se s různými aspekty charakteru koně. Schopnost jezdce zůstat klidný a soustředěný, bdělý a pozitivní po celou dobu ježdění, aby mohl efektivně komunikovat se svým koněm, se stává jednou ze základních dovedností, kterou musí každý jezdec ovládat (Meyers et al. 1999). Osvojení správných vlastností a schopností umožňuje jezdcům účinně s koněm komunikovat, ovládat ho, minimálně narušovat jeho přirozený pohyb a pozitivně ovlivňovat jeho celkový stav a pohodu (Hausberger et al. 2008).

Typ práce, nezávisle na genetické selekci, se zdá být hlavním faktorem určujícím chování koní. Studie Normando et al. (2002) naznačuje, že u koní ježděných ve westernovém stylu se vyvíjí méně stereotypního chování ve srovnání s koňmi ježděnými v klasickém stylu. Podobného výsledku dosáhli i McGreevy et al. (1995a, 1995b), kteří rovněž zjistili rozdíly ve výskytu stereotypního chování dle typu práce, konkrétně více stereotypií projevovali koně využívaní pro drezuru než pro parkury a všestrannost, i když ostatní faktory (plemeno, potrava, ustájení apod.) byly stejné. Předpokládá se rovněž, že nárůst stereotypního chování u dvouletých dostihových plnokrevníků souvisí s počátkem výcviku (Mills et al. 2002). Hausberger et al. (2004) zjistili, že závodní koně měli v experimentálních testech vyšší emoční reakce ve srovnání s hobby koňmi. Rozdíly byly patrné především při zkoušce ovladatelnosti, ve které koně museli překonat „most“. Christie et al. (2006) uvádějí nárůst tkalcování s dobou strávenou prací. Z mnoha důvodů se tedy zdá důležité a naléhavé, aby se této specifické části vztahu člověk-kůň věda zabývala jak za účelem zjištění, kde přesně vztah koně a jezdce selhává,

tak za účelem identifikace lepších postupů pro zlepšení výkonů a snížení welfare problémů (Hausberger et al. 2008).

Problematické z hlediska interakce jezdce s koněm se jeví také nevhodná aplikace negativního posilování, kdy tlaky vyvíjené na koně prostřednictvím udidla, jezdcových nohou, ostruh a bičů mohou v mnoha případech překračovat tolerovatelnou úroveň nebo nemusí být vhodně odstraněny, což vede k hyperreaktivnímu chování koní ve snaze uniknout stimulu. Prožívání nepohodlí či bolesti u jezdeckého koně z tohoto důvodu může představovat největší množství pravidelně prožívaných, nepředvídatelných a nekontrolovatelných averzivních stimulů, které vedou ke konfliktnímu chování a jeho dalším změnám (McLean & Christensen 2017). Bohužel je dle McGreevy et al. (2018) konfliktní chování jezdeckou veřejností často nepochopeno a kůň je po jeho projevení označován jako zlomyslný a vinný, navíc pokusy o nápravu bývají nevhodné, často prezentované jako „znovu vydobytí si respektu a submisivity“. Neschopnost pravidelně předvídat nebo kontrolovat neúnavně silný tlak udidla nebo útoky ostruhou mají za důsledek výrazné zhoršení psychické stability koně ještě předtím, než se objeví zjevné známky naučené bezmoci (McLean & Christensen 2017).

3.3.2 Pozice hlavy a krku

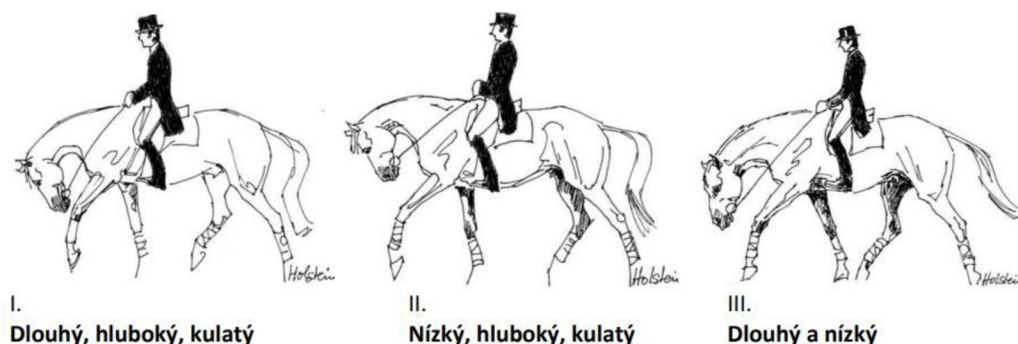
Existuje mnoho tréninkových metod, které jsou provozovány za různými účely. V současné době není výjimkou, že někteří velmi úspěšní trenéři trénují koně v hyperflexní poloze (Lashley et al. 2014). Jiní trenéři se domnívají, že práce koně v této poloze škodí zdraví a pohodě (Heuschmann 2007).

Studie zaměřené na zkoumání diskomfortu koně při ježdění v hyperflexní poloze nevykazují konzistentní výsledky. Von Borstel et al. (2009) provedli experiment, ve kterém pomocí bludiště ve tvaru Y zkoumali preferenci koní ve výběru z hyperflexní polohy a hlavou v korektní poloze. Ukázalo ze, že 14 z 15 koní si signifikantně častěji vybírali rameno bludiště, ve kterém mohli hlavu držet před kolmicí. Pokud si koně vybrali pohyb v opačném rameni, pohybovali se pomaleji a projevovali známky diskomfortu, jako je švihání ocasem, házení hlavou a pokusy o vyhazování zadními končetinami. 8 koní bylo navíc podrobena testu strachové reakce, kdy po epizodě ježdění v hyperflexi koně reagovali na strachový stimul bouřlivěji než po epizodě ježdění v korektní poloze. Podobných výsledků dosáhla Kienapfel (2011), která vizuálním pozorováním zjistila zvýšený výskyt konfliktního chování u závodních koní ježděných za kolmicí oproti koním ježděných s hlavou před kolmicí. Naproti tomu nebyl zjištěn vyšší výskyt konfliktního chování u koní lonžovaných v hyperflexní poloze bez jezdce (van Dierendonck et al. 2011) nebo v jezdecké škole, kde byli koně ježděni lehce za kolmicí pomocí průvlečných otěží (Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan et al. 2006). Hyperflexi na špatnou stranu nestaví ani Becker-Birck et al. (2013), kteří zkoumali parametry fyziologického stresu u koní lonžovaných v hyperflexi, přičemž nebyla zjištěna žádná korelace s hladinou kortizolu nebo se srdeční frekvencí. Nicméně studie Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan et al. (2006) naopak poukazuje na zvýšené hladiny laktátu a zvýšení průměrné tepové frekvence ihned po klusání a cválání v hyperflexi.

Dle analýzy Lashley et al. (2014), v roce 2008 byli špičkoví drezurní koně ježděni s hlavou za kolmicí více času, než v roce 1992, přičemž za výkon v roce 2008 obdrželi vyšší celkové skóre. Ve světle skutečnosti, že ježdění v této pozici může být přímo spojeno

s konfliktním chováním a mít přímý dopad na welfare (von Borstel et al. 2009; Hawson et al. 2010; Kienapfel et al. 2014; von Borstel & McGreevy 2014), je toto zjištění znepokojující.

Pravidla FEI se nejméně v devíti případech zmiňují o tom, že hlava musí zůstat blízko ($n = 3$) nebo před ($n = 6$) kolmicí (FEI 2022). I přesto ČJF (2023) definuje tzv. „povolený strečink“, který se odehrává v nevyhovující pozici (viz Obr. č. 10). Za nevyhovující ho ovšem ČJF považuje pouze v případě, že bude praktikován více než 10 minut, bude prováděn násilně či agresivně, nebo bude kůň ve stavu celkového stresu a vyčerpání.



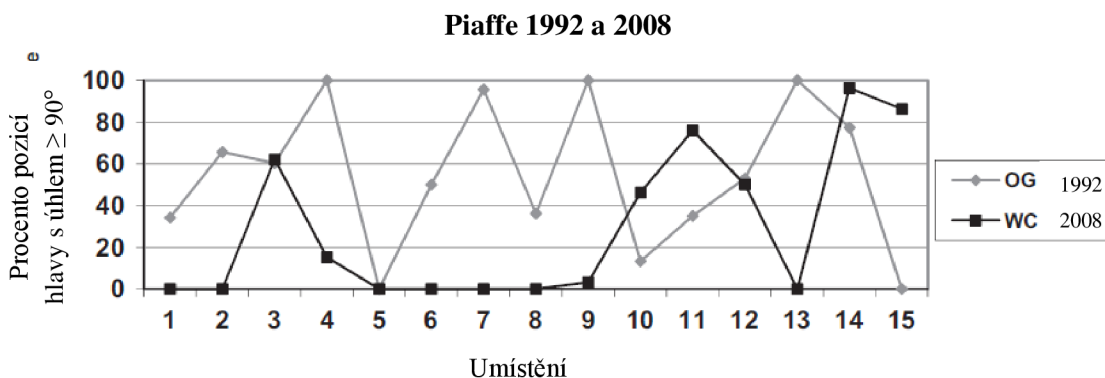
Obr. č. 10: Povolený strečink (ČJF 2023).

I přesto, že v tomto kontextu dochází k poklesu kvality jezdeckých výkonů, hodnocení rozhodčích je štedřejší (von Borstel & McGreevy 2014). Vinit z tohoto problému pouze rozhodčí by ale bylo velmi zjednodušené. Kienapfel et al. (2014) zjistili, že jezdci soutěžící na nižší úrovni jsou rozhodčími penalizováni za situace, kdy se koně vyhybají udidlu a utíkají za kolmicí. Zároveň se ukázalo, že jezdci se často uchylují k ježdění koně v nevyhovující pozici ve větší míře na opracovišti, než na drezurním obdélníku; lze se tedy domnívat, že si jezdci jsou chyby v jejich počínání vědomi. I přesto je většina špičkových drezurních koní v současné době ježděna v soutěžích za kolmicí (69 %, Kienapfel et al. 2014). V nevyhovující pozici hlavy a krku jsou koně prezentováni i v prodejních inzercích (68 %, McGreevy et al. 2010). Dle von Borstel et al. (2011), 22 % profesionálů tak jezdí i mladé, tříleté koně.

Lashley et al. (2014) dále zjistili významnou negativní korelaci mezi průměrným úhlem hlavy v *piaffe* – úhel $<90^\circ$ (za kolmicí) byl přítomen u všech výše umístěných koní (viz Obr. 11). Tab. č. 1 znázorňuje procento času, který koně strávili s hlavou v korektní pozici před kolmicí a procenta porovnává mezi dvěma obdobími. Výsledky jasně ukazují, že zatímco v roce 1992 byli koně ježděni více za kolmicí pouze v klusu a cvalu, v roce 2008 jsou ježděni primárně za kolmicí již ve všech čtyřech zmíněných chodech/cvicích.

Caspar et al. (2015) se na rollkur dívají z jiného pohledu. Na rozdíl od mnoha hospodářských druhů, chov koní se rozmohl s malým požadavkem na zisk (Koenen et al. 2004), a ačkoliv koně nesdílí s lidmi prostor stejně jako psi a kočky, přesto jsou často označováni jako společenská zvířata (McGreevy 2004). Není proto překvapivé, že estetičnost zvířete může pozitivně ovlivnit jeho finanční hodnotu (Koenen et al. 2004). Při posuzování koně v kolbišti, vyšetřování koně veterinářem nebo při vybírání koně, který vzbudí zájem kupce, pozorovatelé často hodnotí koně jen z jedné strany (McGreevy 2004). To silně naznačuje, že obrys těla je základním atributem a není proto překvapením, že i standardy plemen jsou popisovány při

pohledu z boku (Lynghaug 2009). Zdá se, že zvláštní místo při posuzování vzhledu koně má i pozice hlavy a krku. McGreevy et al. (2010) uvedli, že prodejci manipulují v inzerátech flexi krku koně. Atraktivita „ohnutých krků“ je podpořena i studií Wolframm et al. (2013), ve které bylo zjištěno, že drezurní rozhodčí zaměřují svou vizuální pozornost přednostně na kraniální polovinu koně (hlava, krk a hrudník), ačkoliv jsou zodpovědní za hodnocení pohybové aktivity koně především jako celku. Zdá se tedy, že hyperflexe se stala žádoucí z estetického hlediska (McGreevy et al. 2018). Caspar et al. (2015) proto provedli dotazníkové šetření s cílem zjistit, jakou pozici hlavy a krku lidé vizuálně upřednostňují. 93 % respondentů (n = 939) preferovalo obrys těla koně s hlavou před kolmicí, 7 % (n = 70) zvolilo obrys koně s hlavou za kolmicí, přičemž začátečníci 1,8krát více volili obrys „za kolmicí“. Tentýž obrys také více volili mladší respondenti. Výsledky naznačují, že lidé veskrze ví, co je správná pozice hlavy a krku koně a tu upřednostňují. Je proto s podivem, že většina prodejních koní nebo koní v elitní drezuře je vyobrazována v nevyhovujících pozicích (McGreevy et al. 2010).



Obr. č. 11: Porovnání umístění v soutěži (osa x) versus procento času stráveného před/na kolmicí (osa y) v letech 1992 a 2008. Převzato a upraveno dle (Lashley et al. 2014).

Tab. č. 1: Procenta času, které kůň strávil s hlavou před kolmicí v různých chodech, porovnáno mezi roky 1992 a 2008. Převzato a upraveno dle (Lashley et al. 2014).

Doba strávená s hlavou před kolmicí	1992	2008
Shromážděný cval	44,0 %	45,0 %
Shromážděný klus	47,1 %	49,7 %
Pasáž	52,3 %	29,3 %
Piaffe	54,7 %	29,0 %

3.3.3 Používání restriktivních nánosníků

V období, ve kterém Lashley et al. (2014) pozoruje změny pozic hlavy a krku (roky 1992 – 2008), dochází také k nárůstu použití restriktivních nánosníků, které jsou nyní v elitní drezuře téměř všudypřítomné. Dle von Borstel & McGreevy (2014) se jedná o „jediný povolený kus vybavení pro prevenci normálního chování koně“ – nedovolují totiž koni otevřít hubu, aby se vyhnul nadměrnému tlaku. Vzestup těchto nánosníků dle autorů není náhoda, protože maskují špatnou jezdeckou techniku a nepohodlí koně, které se zároveň velmi pravděpodobně vyskytne u koní ježděných za kolmicí (von Borstel et al. 2009). Naopak, správně nasazený nánosník

umožňuje koním signalizovat jezdcům a rozhodčím svůj diskomfort a tím se snižuje pravděpodobnost používání nepřiměřeného tlaku udíla a hyperflexe (von Borstel & McGreevy 2014).

V tradičních jezdeckých postupech se za správně utažený nánosník považuje takový, pod který lze při utažení vložit dva prsty (Klimke 1994). Dle drezurních pravidel FEI (2022) „v soutěži jakékoliv úrovně nesmí být nánosník utažen tak pevně, aby koni působil újmu, což musí být zkontrolováno dle Manuálu kontroly nánosníků pro stewardy“. Nicméně další studie ukázaly, že mezi nánosníky koní mezinárodně závodících především v disciplínách drezura a všestrannost, pouze 7 % bylo zapnuto tak, aby pod něj mohly být zasunuty 2 prsty, naopak 44 % nánosníků bylo utaženo tak pevně, že pod ně nebylo možné vložit ani jeden prst (Doherty et al. 2016).

Dle Doherty et al. (2017) je zároveň důležité naleznout na koňské hlavě místo, kde bude možné míru utáhnutí nánosníku měřit konzistentní způsobem. Dle autorů by tímto místem měla být frontální nosní rovina („*frontal nasal plane*“). Tato rovina je jednoduše identifikovatelná, nedeformuje se pod tlakem nánosníku a jasně reflektuje skutečné utažení nánosníku na kostních strukturách. Naopak FEI doporučuje stewardům měřit těsnost utažení zasunutím ukazováčku mezi tvář („*cheek*“) a nánosník (FEI 2019). Nicméně výzkum ukázal, že i extrémně utažený nánosník stále umožňuje vložit pod něj prst, jelikož tvář koně má mnohem plošší, místy konkávní profil (Doherty et al. 2017).

Jezdecké federace na Novém Zélandu, v Dánsku, Švýcarsku, Nizozemí a Švédsku zavedly předpisy, které vyžadují ponechat prostor pro 1 prst (Nový Zéland), 1,5 cm (Dánsko, Švédsko, Nizozemí) nebo 2 cm (Švýcarsko) pod nánosníkem na frontální nosní rovině, ale neurčují specifický způsob, jakým dosáhnout konzistentního ověřování. Jedno z možných řešení nabízí International Society for Equitation Science, kde sestrojili standardizované měřidlo, které by mohlo pomoci objektivně a efektivně měřit správné utažení nánosníků na závodech (von Borstel & McGreevy 2014; ISES 2019)

3.3.4 Využití moderních technologií jako pomoc rozhodčím

Jezdeckví a jeho disciplíny jsou jedinými sporty, které využívají zvířata na olympijské úrovni, a jako takové musí být schopny reagovat na problematiku welfare zvířat. V současné době jsme zároveň plně obklopeni informačními technologiemi a je velmi jednoduché zaznamenat každým chytrým telefonem využití nebo zneužití koní. Dle von Borstel & McGreevy (2014) mohou existující technologie podpořit férovost ve sportu, monitorovat welfare a tím pomoci dohnat jiné sporty, které vyžadují spolehlivost, ale zároveň spravedlnost pro účastníky. Autoři se domnívají, že posudky rozhodčích založené na pomoci informačních technologií, které by hodnotily držení hlavy, pohyb, tělesnou konstituci nebo správné nasazení výstroje, by mohly být méně napadnutelné. V současnosti se zároveň diskutuje o tlačení koní za jejich fyziologické limity, proto je nyní nutné víc než kdy jindy dokázat, že jezdeckví je sport udržitelný a etický (von Borstel & McGreevy 2014).

3.4 Použití moderních technologií

Jezdectví je založeno na systému komunikace mezi jezdcem a koněm, ve kterém se kůň učí vhodně reagovat na podněty jezdce. Pro lepší pochopení této komunikace je třeba získávat konkrétní data. Proto vědci vyvinuli metody zaměřené na měření podnětů jezdců, jejich účinků na koně a reakcí koně. V době mikroelektroniky a nositelných senzorů, kdy jsou nákladově efektivní a uživatelsky přívětivá měřicí zařízení snadno dostupná, je možné se přesunout z laboratoří přímo do terénu (Randle et al. 2017; Dumbell et al. 2019).

3.4.1 Tenzometry

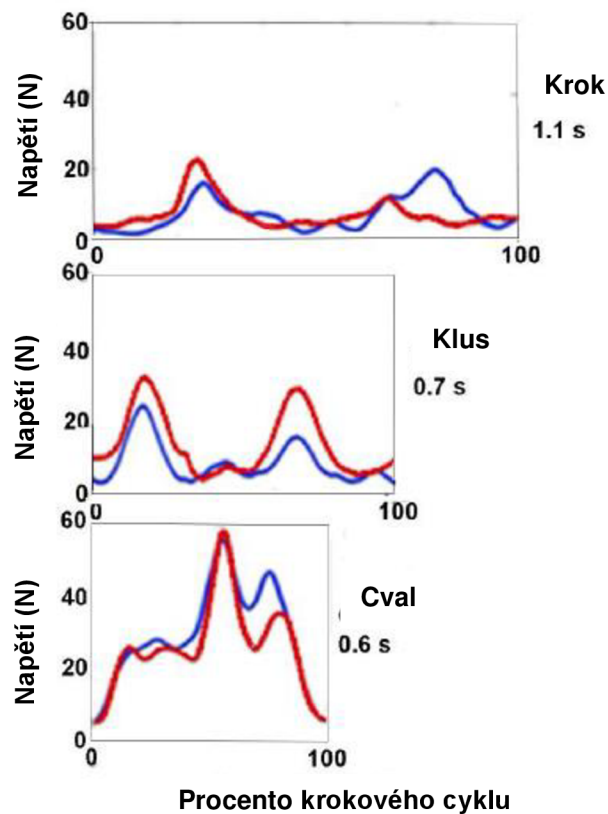
Tenzometr je přístroj, který umožňuje sledovat napětí otěži a tím vyvíjený tlak udidla v koňské hubě. Napětí v otěži je tažná síla aplikovaná na otěž koněm nebo jezdcem, přičemž tyto dva zdroje nejdou z hodnot vystupujících z tenzometru odlišit. Měření napětí v otěži je relativně jednoduchý proces, vyžadující převodník mezi otěží a udidlem, zdroj energie a prostředek pro export dat do vhodných paměťových a zobrazovacích zařízení (Clayton et al. 2021).

První měření tenzometry bylo provedeno poměrně nedávno, a to v roce 1999 autory Preuschoft et al. Ti použili jeden snímač připojený k jedné otěži, ale sensor včetně baterií a obvodů vážil 300 g, byl tedy velmi těžký a manipulace s ním byla obtížná – bylo možné ovládat jen jednu otěž. Toto omezení přineslo jasnou zprávu – je nutné tenzometr konstruovat z lehkých komponent, aby se omezila jeho hmotnost. Pravděpodobně nejlehčí tenzometr používá Clayton et al. (2005), jenž váží 85 g včetně upevňovacího hardwaru. V mnoha studiích bohužel není váha tenzometrů uvedena, takže přístroje nejde mezi sebou jednoznačně porovnávat (Hawson et al. 2014; von Borstel & Glissman 2014; Veen et al. 2018; Egenvall et al. 2019; Piccolo & Kienapfel 2019; Toft et al. 2020 a další). Tenzometr používaný Clayton et al. (2005) zároveň disponuje velkým rozsahem – 1334 N, přičemž maximální napětí, jenž je přístroj schopen snést bez poškození je 2002 N. Autoři zároveň zmiňují, že senzory by měly mít rozsah minimálně 200 N, aby nedošlo k jejich přetížení, měly by být umístěny ideálně na obou otěžích pro měření levo-pravé koordinace a symetrie, měly by zároveň obsahovat bezdrátový telemetrický systém a prostředek pro synchronizaci napěťových dat s kinematickými daty pro rozpoznání pohybových aktivit a s nimi přímo související napětí v otěži, a v poslední řadě by měly být tenzometry schopny poskytovat okamžitou zpětnou vazbu jezdcům.

V každém chodu můžeme pozorovat charakteristický vzor napětí otěží, který je produkován mechanickými oscilacemi hlavy a krku koně každý krok. Na grafu vystupujícího z tenzometrů lze poté vidět opakující se vzorec vzestupů k maximálním hodnotám střídané v pravidelných intervalech s poklesy na minimální nebo základní hodnotu (viz Obr. č. 12). Do tohoto základního vzoru vstupují účinky jezdeckých pomůcek, které se mohou lišit velikostí, trváním a načasováním a zároveň nemožnost dokonalé koordinace jezdce s pohyby koně přidávají úroveň nepředvídatelnosti a přispívají k variabilitě (Clayton et al. 2011).

V jednom krokovém cyklu jsou přítomny dva hodnotové vrcholy (dále označovány jako „*peaky*“), které vznikají kývavým pohybem hlavy a krku koně – mechanismem známým jako inverzní kyvadlová dynamika chůze, díky němuž je krok málo energeticky náročný (Loscher et

al. 2016). V klusu lze pozorovat nejmenší napětí v otěži ve fázi vzhnosu, naopak největší uprostřed fáze stání. Ve cvalu je dosaženo největšího napětí ve fázi, kdy má kůň na zemi diagonální pár končetin (bod 3 na Obr. č. 3), jelikož zde dochází ke snížení hlavy a krku koně. Menší *peaky* před a po tomto okamžiku naznačují akci jednotlivých končetin (Egenvall et al. 2015, 2016).



Obr. č. 12: Výstupní graf z tenzometrů pro levou (modrá linie) a pravou (červená linie) otěž během jednoho cyklu (kroku) v kroku (horní graf), klusu (prostřední graf) a cvalu (spodní graf). Převzato a upraveno dle Clayton et al. (2021).

3.4.1.1 Senzor

Mezi základní vlastnosti vhodného senzoru patří nízká váha, přesto dostatečná robustnost, aby odolal jezdeckým aktivitám a zároveň dostatečný rozsah měření. Clayton et al. (2021) popisují dva typy senzorů: napěťové měřidlo („*strain gauge*“) a piezoelektrický siloměr.

Napěťové měřidlo, nebo jinak tenzometrický snímač, je zařízení založené na elektrickém vodiči z jemného drátu nebo kovové folie, který je uspořádán do mřížky. Při zvýšeném napětí se tato mřížka natahne a stává se delší a užší, což zvyšuje její elektrický odpor a mění napětí ve výstupních vodičích. Tento signál je poté převeden na digitální hodnoty za pomoci A-D převodníku. Výhodou tohoto měřidla je schopnost měřit statické i dynamické zatížení. Naopak nevýhodou je jeho citlivost na teplotu, ale existují výrobní postupy, které měřič mohou učinit teplotně kompenzovaným (Clayton et al. 2021).

Základ piezoelektrického siloměru jsou křemenné krystaly, které generují náboj, když je na ně aplikována síla, nebo je z nich odstraněna. Poskytují vyšší přesnost, menší omylnost

a vyšší teplotní stabilitu než první zmiňovaný typ. Na druhou stranu jsou dražší a především je nelze využít pro statická měření (Clayton et al. 2021).

3.4.1.2 Rozsah

Rozsah je rozpětí mezi minimální a maximální hodnotou, kterou je tenzometr schopen správně zaznamenat bez jeho poškození, přičemž spodní limit by měl být vždy 0. Správně zvolený rozsah je velmi důležitý, protože při překročení maximálních hodnot, který je přístroj schopen zaznamenat, dochází zákonitě ke zkreslení hodnot (Clayton et al. 2021). Potřebný rozsah je nutné odvodit od chodu, rychlosti a typu aktivity. Pokud se kůň např. pokládá do otěže nebo kašle, napětí může být výrazně vyšší. Taktéž aktivity jako parkurové skákání či dostihové ježdění vykazují vyšší maximální hodnoty. Ve studii Clayton et al. (2003) byl navrhnut minimální rozsah 200 N, ale Egenvall et al. (2018) tento rozsah překročili, v důsledku čehož došlo ke zkreslení výsledků. Ze známých studií disponovali tenzometry s největším rozsahem Clayton et al. (2005), které dokáží přesně měřit až do hodnoty 1334 N.

3.4.1.3 Senzitivita

Senzitivitou se rozumí poměr mezi vstupním fyzickým signálem a elektrickým výstupem. Jeho výsledkem je nejmenší napětí, které je schopen přístroj detekovat a zobrazit. Limitujícím faktorem bývá výše zmiňovaný A-D převodník (technologie převádějící analogová data do digitálních hodnot), který je typicky dostupný v 2, 4, 8 a 16-bitových verzích. 8-bitový převodník limituje výstupy na 256 unikátních hodnot, a pokud je rozmezí 200 N, poté nejmenší detekovatelná hodnota je 0,78 N.¹ Z tohoto důvodu je třeba při měřeních preferovat 16-bitové systémy (Clayton et al. 2021).

3.4.1.4 Dynamická odezva

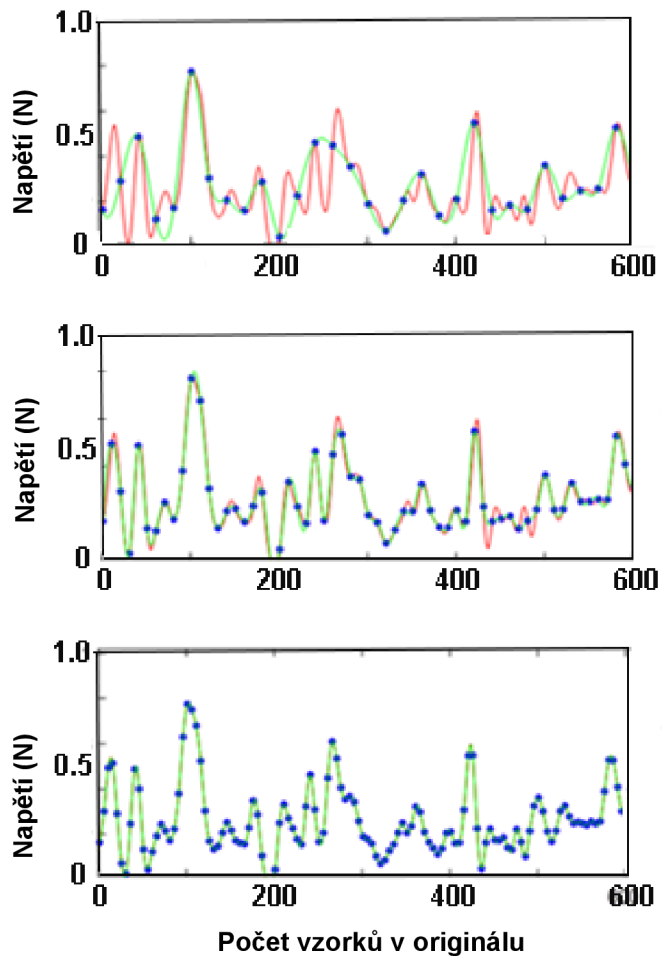
Popisuje, jak rychle snímač reaguje na změnu použité síly. Pokud je doba dynamické odezvy příliš dlouhá, krátkodobé *peaky* nemusí být zaznamenány a opět dochází k nevyužití plného potenciálu. Zároveň, pokud napětí otěže klesne rychle ale výstup snímače pomalu, dochází tím ke zkreslování minimálních napětí (Clayton et al. 2021).

3.4.1.5 Frekvence vzorků

Tenzometr zaznamenává signál v pravidelných intervalech a výsledná řada datových bodů konstruuje křivku. Pro přesnou reprodukci signálu je třeba, aby byly data zaznamenávány dostatečně často a neunikaly drobné události. Vzorkovací frekvence je označení pro počet zaznamenaných dat z kontinuálního signálu za jednotku času. Jednotkou tohoto ukazatele je hertz (Hz) nebo vzorek/s, přičemž odpovídající frekvencí pro většinu jezdeckých aktivit je dle Clayton et al. (2021) 50 Hz (viz Obr. č. 13). Vyšší vzorkovací frekvence může být zapotřebí, pokud očekáváme náhlé kolísání napětí, které lze očekávat např. při parkurovém skákání nebo

¹ Z výpočtu 200 N/256 unikátních hodnot.

v dostizích, nebo pokud zkoumáme velmi krátké časové události, jako je letná změna cvalu nebo přechody.



Obr. č. 13: U koně klusajícího na volné otěži byla zaznamenána tenzometry napěťová data o vzorkovací frekvenci 240 Hz (červená linie, podklad v každém grafu). Modré tečky znázorňují zaznamenaný bod pro jednotlivé vzorkovací frekvence – nahoře 12 Hz, uprostřed 24 Hz a dole 48 Hz. Z bodů byla vykonstruována křivka, která je vybarvena zeleně. U frekvence 12 Hz není signál dobře prezentován a ve značné míře unikají informace. Při frekvenci 24 Hz jsou data již přesnější, ale stále unikají malé peaky a velké peaky inklinují k podhodnocení. Při frekvenci 48 Hz je většina původního signálu zachována a jeví se tedy jako vhodná minimální vzorkovací frekvence pro jezdecké aktivity. Převzato a upraveno dle Clayton et al. (2021).

3.4.1.6 Připnutí

Tenzometry mohou být zabudovány do otěže vyrobené na míru nebo mohou být připnuty mezi otěž a kroužky udidla. Je nutné, aby byly komponenty dostatečně odolné pro minimalizaci poškození a ohrožení bezpečnosti, neměly by být přítomny elastické komponenty a celý přístroj by měl být co nejlehčí, aby gravitační a setrvačné síly co nejméně ovlivňovaly pocit jezdce (Clayton et al. 2005, 2021) (Obr. č. 14, 15).



Obr. č. 14: Tenzometr MLP-300, Transducer Technologies, váha 85 g, měřitelný rozsah 1334 N (Clayton et al. 2005).

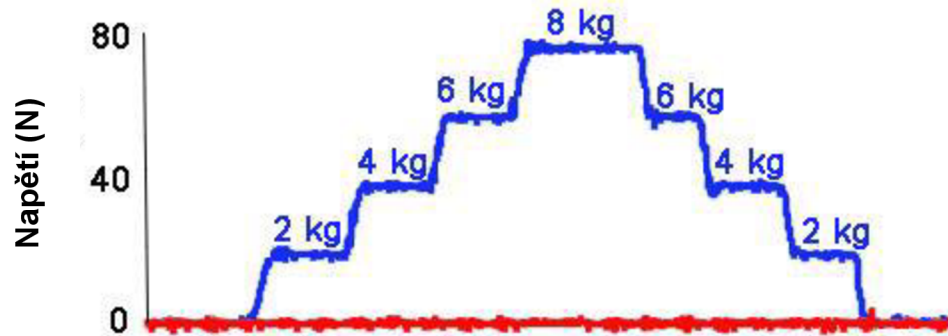


Obr. č. 15: Tenzometry Ipos Technology. Váha 68 g, měřitelný rozsah 500 N (IPOS 2020).

3.4.1.7 Kalibrace

Důležitým procesem pro zajištění přesnosti a konzistence dat v průběhu času napříč různými měřicími zařízeními je kalibrace. Dle Clayton et al. (2021) je třeba tenzometry kalibrovat před a v případě potřeby i v průběhu každé studie, a to i přes to, že jsou oba výše zmíněné typy senzorů známy svou stabilitou a spolehlivostí. Preferovanou metodou je aplikace série závaží o známé váze, které pokrývají celý rozsah měřených hodnot a při jejich aplikaci zaznamenat změny napětí. Závaží by se měly aplikovat nejdříve ve vzestupné a poté sestupné frekvenci (viz Obr. č. 16). V praxi se doporučené postupy kalibrace mohou lišit, např. se doporučuje zavěšení jednoho známého závaží, tento způsob kalibrace ale udává přesnost jen v jednom bodě a ne v celém rozsahu. Tenzometry IPOS se kalibrují položením do horizontální polohy bez aplikace napětí pro nastavení systému na nulu (IPOS 2020). Tento postup sice jednoduše nastaví měřidla na nulu, ale neposkytuje žádné informace o linearitě systému. Důkladnější kalibraci dle Obr. č. 16 lze aplikovat na většinu systémů a Clayton et al. (2021) ji doporučují využívat. Zároveň apelují na zařazování podrobných popisů kalibračních postupů

do studií. Dle Dumbell et al. (2019) je způsob kalibrace popsán pouze ve 12 ze 17 studií věnujících se měření napětí tenzometry.



Obr. č. 16: Příklad doporučeného schématu kalibrace při rozsahu měřitelných hodnot 0-8 kg. Převzato a upraveno dle Clayton et al. (2021).

3.4.1.8 Ukládání a zobrazení dat

Data mohou být v průběhu měření skladována lokálně, např. použitím paměťové jednotky připevněné k uzdečce, nebo chytrým telefonem neseným jezdcem. Data jsou později stažena do počítače. Možností je i přenos dat bezdrátově přes Bluetooth, kde ovšem může být limitující faktor dosah Bluetooth signálu. V případě výskytu tenzometrů mimo dosah se ve výstupech zobrazí mezery. Pokud tato situace nastane, uživatelé si musí být vědomi toho, jak systém mezery zpracovává – např. pokud je automaticky maže, může to mít velmi významný vliv na správnost výsledků (Clayton et al. 2021).

Výhodou systémů, které podporují bezdrátový přenos je prohlížení výstupů v reálném čase. To je užitečné pro kontrolu kvality signálu při začátku/konci/v průběhu nahrávání. Zároveň je vizuální hodnocení hodnot v reálném čase přínosnější pro jezdce, který má okamžitou zpětnou vazbu a může tak zlepšovat svou jezdeckou techniku. Takovouto zpětnou vazbu může poskytovat např. zařízení připevněné na nátylníku uzdečky, které pomocí barevných LED světél zobrazuje napětí v otěži a levo-pravou symetrii. Alternativou může být mobilní telefon připevněn ve vyhovující pozici, ve kterém je spuštěn program zpracovávající a prezentující data vhodným grafickým výstupem (Clayton et al. 2021).

3.4.2 Tlaková dečka

Kvalita napasování sedla a konkrétní způsob, jakým jezdec rozkládá váhu v sedle, jsou důležité aspekty, které rozhodují o tom, zda se kůň může pod jezcem pohybovat snadno a volně. Do nedávna bylo přítom pasování sedel exkluzivní doména zkušených sedlářů (Fruehwirth et al. 2004). Le et al. (1984) prokázali, že u lidí tlaky na vnější stranu svalů pronikají do tkáně až na kosti, kde se sbíhají, přičemž v tomto místě dosahují výrazně vyšších hodnot než na povrchu kůže. To může nejen ovlivnit svalovou funkci, ale také způsobit poškození kosterních struktur páteře. Není proto překvapením, že špatně pasující sedlo je nejčastější příčinou bolesti zad u koní (Jeffcott et al. 1999). Bohužel, sedla jsou často prodávána s pouze malým ohledem na jejich vhodnost pro konkrétního koně a s ještě menšími znalostmi toho, jakým způsobem špatné napasování sedla škodí (Harman 1999). Na lehkou váhu ovšem

nelze brát ani faktor jezdců, kteří z velké části používají sed jako komunikační prostředek s koněm a jejich zkušenost, balanc a tělesná váha koně do značné míry ovlivňují. Potřeba podrobných znalostí o těchto proměnných vedla ke konstrukci tlakové dečky, které se stala prostředkem pro přesné hodnocení zatížení hřbetu koně (Fruehwirth et al. 2004). Tlaková dečka je zařízení s mnoha senzory, které měří síly působící kolmo k jejich povrchu (de Cocq et al. 2009). Nevýhodou tlakové dečky je její neschopnost měřit skluzný tlak, který ovšem může koni působit značné nepohodlí a může stát za vznikem oděrek nebo otlaků v sedlové oblasti. K dispozici jsou sice trojrozměrné senzory, ale pro použití v tlakové dečce jsou příliš drahé (Clayton 2013).

Důležitou roli při hodnocení zatížení zad koně hraje nejen celkový tlak, ale také jeho prostorové a časové rozložení. Při kroku je celkový tlak přibližně roven tělesné hmotnosti jezdce. V klusu se hodnoty tlaku zvyšují přibližně na dvojnásobek tělesné hmotnosti a při cvalu dosahují téměř 2,5násobku tělesné hmotnosti jezdce. Clayton et al. (1999) ve své studii zjistili, že kůň musel nést nejen váhu jezdce o tělesné hmotnosti 78 kg, ale zároveň musely končetiny zvládnout dodatečné dynamické zatížení až 380 N. Měření Fruehwirth et al. (2004) ukazují, že i bez jezdce dosahují síly působící na záda koně při kroku a klusu hodnot 200–300 N, nehledě na to, že po utažení podbřišníku byla tlaková dečka kalibrována nulu. Je to pravděpodobně způsobeno vertikálním pohybem sedla při pohybu. Zejména při klusu vykazuje sedlo značný pohyb nahoru a dolů v kaudální části, protože je dále od podbřišníku a má tak větší volnost pohybu. Autoři rovněž zjistili, že zatížení na levé přední čtvrtině tlakové dečky bylo opakovaně větší než na pravé přední části. Trend k levostranějšímu zatížení lze vysvětlit nerovnoměrným rozložením hmotnosti jezdce nebo asymetrickým osvalením koně (Fruehwirth et al. 2004). Úroveň tréninku jezdce může dále ovlivnit interakci se sedlem a tím i s hřbetem koně (Peham et al. 2001).

Sedla, která jsou příliš úzká nebo umístěná příliš vpředu, mohou způsobit zkrácení délky kroku koně (Harman 1994). Pokud sedlo vyvolává lokalizované koncentrace tlaku, kůň předčasně ukončí protrakci končetiny a délka kroku se zmenší. Pohyb hřbetu v kohoutku je výrazně omezen, a vzhledem k tomu, že tato oblast je známá jako část koňské páteře s nejvyšší flexibilitou, je velmi důležité zachovat přirozenou pohyblivost v této oblasti (Townsend 1983). Sedlo přitom musí vyhovovat jak koni, jehož tvar hřbetu se neustále mění při různých chodech, tak i jezdcí, kterému sedlo napomáhá zůstat v rovnováze. Spojit tyto dvě složité dynamické formy prostřednictvím sedla je extrémně náročné (Greve & Dyson 2013). Autoři zároveň konstatují, že neexistují objektivní studie, které by se zabývaly možnými důsledky toho, že sedlo nesedí jezdcí, nebo mu neumožňuje sedět v rovnováze. Cílem napasování sedla jezdcí je snížit křivost a nekontrolované pohyby jezdce, které narušují rovnováhu a synchronii koně. Křiví jezdcí sedí a pohybují se asymetricky (Symes & Ellis 2009). To může vést k nedorozuměním při tréninku, protože signály od jezdce ke koni budou pravděpodobně nepřesné a nekonzistentní. Může také predisponovat k bolestem zad u koně i jezdce v důsledku asymetrické aktivace zádového svalstva (Al-Eisa et al. 2006; Greve & Dyson 2013).

4 Metodika

Metodika diplomové práce byla stanovena tak, aby bylo možné potvrdit či vyvrátit definované hypotézy. V průběhu výzkumu byl dáván maximální důraz na pohodu a welfare koně.

4.1 Hodnocený soubor koní a jezdců

Do výzkumu se zařadilo celkem 11 jezdců s 11 koňmi. Po testování došlo k vyřazení 3 jezdců z důvodu technického selhání používaných přístrojů a nesprávně naměřených dat. Všichni jezdci úspěšně složili Zkoušky základního výcviku jezdce (ZZVJ) a měli závodní zkušenosti, přičemž závodů se pravidelně účastnili min. jednou ročně. Jezdci byli dle výkonnosti a délky jezdecké praxe rozděleni na jezdce zkušené a nezkušené. Hlavní disciplínou bylo u všech testovaných jezdců parkurové skákání, v němž byla hodnocena i jejich výkonnost. Jako zkušení jezdci byli vyhodnoceni ti, kteří měli minimální parkurovou výkonnost S, nebo měli jezdeckou praxi delší než 20 let. Všichni jezdci byli zároveň dotazováni na svou aktuální váhu, která byla $70,5 \pm 15,5$ kg. Tento údaj je důležitý pro správné vyhodnocení údajů z tlakové dečky, která je hmotností jezdce ovlivněna (viz Tab. č. 2).

Tab. č. 2: Specifikace zúčastněných jezdců.

	Jezdec	Délka praxe (roky)	Výkonnost (skoky)	Váha (kg)
Zkušení	1z	19	T	55
	2z	17	ST	60
	3z	30	S	60
	4z	25	Z	86
Nezkušení	1n	17	L	65
	2n	8	L	72
	3n	18	ZL	85
	4n	11	ZL	70

Rozhodnutí, s jakým koněm se bude jezdec výzkumu účastnit, bylo na jeho uvážení. Podmínky pro účast koně byly následující: věk 9-16 let, jezdecká praxe min. 6 let, pravidelná účast na skokových závodech minimálně 1x ročně nebo alespoň pravidelný sportovní trénink s cílem se závodů účastnit (viz Tab. č. 3). Jezdci si zpravidla vybírali vlastní či zapůjčené koně, které ale dobře znali a pravidelně na nich jezdili. Pro maximální objektivitu byli všichni koně nasedláni anglickým skokovým sedlem a uzdečkou s klasickým stihlem. Všichni koně byli s tímto vybavením běžně ježděni i mimo experiment.

Koně byli ustájeni v 6 stájích. Každá stáj disponovala jízdárnou, z toho 5 pískovou a 1 travnatou, o minimálních rozměrech 25 x 55 m a maximálních rozměrech 60 x 135 m. Pro všechny zúčastněné koně byl prostor jízdárny dobře známý. Protože výzkum probíhal v letních měsících, měření probíhalo zpravidla v podvečerních hodinách kvůli zajištění maximální teplotní pohody koně.

Tab. č. 3: Specifikace zúčastněných koní ve dvojici s jezdcí.

Jezdec	Délka praxe (roky)	Výkonnost (skoky)
1z	12	T
2z	10	ST
3z	6	Z
4z	11	Z
1n	12	ST
2n	7	L
3n	10	ZL
4n	7	ZL

4.2 Použité vybavení

Seznam použitého vybavení čítal tlakovou dečku, 2 tenzometry a 2 mobilní telefony, včetně držadla na mobilní telefon autora práce a kapsy pro umístění telefonu na záda jezdce. Jeden telefon byl použit pro pořízení videozáznamu, druhý telefon sbíral přes Bluetooth signál data z použitých přístrojů.

4.2.1 Charakteristika tenzometrů

V tomto výzkumu byly použity tenzometry společnosti Ipos Technology. Balení obsahuje 2 tenzometry a bezdrátovou nabíjecí stanici. Každý tenzometr váží 68 g a jeho měřitelný rozsah činí 500 N (0-50 kg). Připojení tenzometrů je velmi jednoduché, na jedné straně se připevňuje drobnou karabinou k udidlu; na druhé straně obsahuje očko pro provlečení a připevnění otěže. Kalibrace probíhá vodorovným položením na rovnou plochu a spuštěním procesu kalibrace v mobilní aplikaci. Tenzometr snímá napětí 2x za sekundu.

Před samotným použitím je nutné nainstalovat na mobilní telefon aplikaci IPOS a provést registraci uživatele. Pro plné využití mobilní aplikace je nutné zakoupit rozšířenou verzi. Samotná aplikace kromě shromažďování napěťových dat snímá i polohu a pomocí speciálního algoritmu rozeznává, v jakém chodu jezdec jede a počítá tréninkovou zátěž. V aplikaci musí proběhnout párování s tenzometry a rovněž určení, který tenzometr bude měřit na levé a který na pravé straně. Dále je v aplikaci možné zaregistrovat několik různých koní včetně základních údajů o nich, jako je jméno, datum narození, pohlaví, výška, plemeno a výkonnost v hlavní disciplíně. Tenzometry s telefonem komunikují pomocí Bluetooth signálu, který je nutno mít v průběhu měření zapnutý, a rovněž je doporučeno zapnout GPS pro plné využití.

Pro zapnutí je třeba s tenzometry lehce zatřást. Po zapnutí a propojení s telefonem se kontrolka na tenzometrech rozsvítí zeleně. V aplikaci je poté třeba vybrat koně, který bude měřen, a pomocí tlačítka „*Start training*“ zapnout nahrávání. Kontrolka na přístrojích se zbarví nejdříve tyrkysově (propojuje se) a poté zmodrá (nahrává). V tomto okamžiku je nahrávání spuštěno. Telefon musí v době nahrávání zůstat v blízkosti tenzometrů, aby nedošlo k přerušení signálu (ideální je kapsa jezdce). Pro ukončení je nutné v aplikaci ukončit nahrávání zmáčknutím tlačítka „*Hold to stop*“ po několik sekund, poté vyplnit požadované údaje a uložit záznam.

Výsledky je následně možné prohlížet v záložce „*Logbook*“. Z napěťových dat je vytvořen graf pro levou a pravou otěž, který lze dle potřeby přibližovat či oddalovat. Výsledky se ukazují v reálném čase, tzn. nad každým uloženým vzorkem a informace o čase, kdy byla hodnota změřena. Aplikace rovněž ukazuje bilanci celkového napětí v levé a pravé otěži pro hodnocení symetrie působení.

4.2.1.1 Pilotní testování tenzometrů

Z důvodu potřeby vyzkoušet fungování tenzometrů a synchronizaci s ostatními přístroji proběhlo před samotným testováním pilotní testování. Tohoto testování se zúčastnila jedna jezdecká dvojice, která se neúčastnila samotného experimentu. Pro synchronizaci byl vyzkoušen postup použitý v jiné diplomové práci, tedy 2x výrazné zatažení jezdcem za pravou otěž na začátku experimentu. Tento postup byl nakonec modifikován tak, že při zapnutí proběhlo jedno zatáhnutí za levou otěž do napětí přibližně 3 kg, při ukončení se naopak zatáhlo za pravou otěž do stejné intenzity. Zatažení za otěž kvůli neklidu koně provedl autor práce, zatímco byl proces nahráván mobilním telefonem umístěným samostatně v držadle.

4.2.2 Tlaková dečka

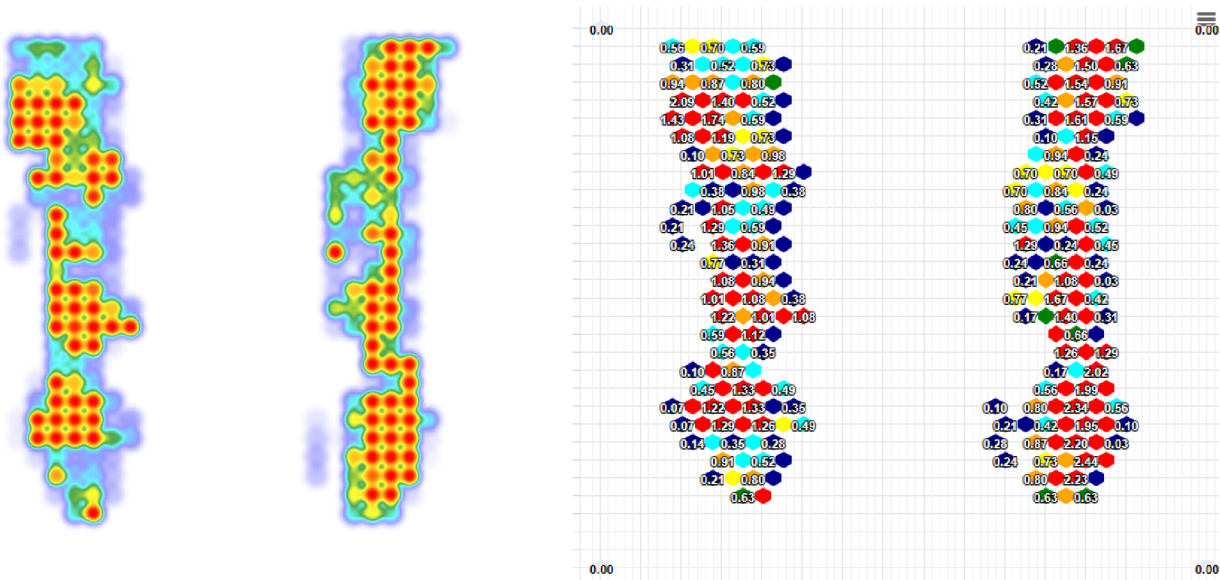
Použitá tlaková dečka zn. Estride Harmony obsahuje 900 senzorů snímající tlak s měřitelným rozsahem 1-15 N/cm². Součástí balení je tlaková dečka, podsedlová dečka pro vložení tlakové dečky, nabíjecí kabel a kapsa na mobilní telefon. Tlaková dečka disponuje uprostřed zadní strany přepínací krabičkou, pomocí níž jde dečka ovládat. Krabička je připevněna na okraji tak, aby neležela pod sedlem.

Pro používání dečky je nutné nainstalovat aplikaci „*Harmony*“ a rovněž mít po celou dobu používání zapnutý Bluetooth. Pro prohlížení výsledku slouží webové rozhraní *MyEstride* (mystride.com). Po spárování dečka disponuje dvěma módy: „*Instant mode*“ umožňuje pozorování vyvíjeného tlaku v reálném čase a není určen pro ježdění; a režim nahrávání, při kterém se data ukládají k pozdějšímu zpracování. Nahrávání je možné maximálně po dobu 15 minut. Aby bylo nahrávání úspěšné, je nutné, aby byl telefon se spuštěnou aplikací neustále ve velmi blízkém dosahu. K tomuto účelu je přiložena kapsa na mobilní telefon, kterou si jezdec upevní kolem pasu. Nahrávání na SD kartu popisované v jiné diplomové práci již nebylo dostupné.

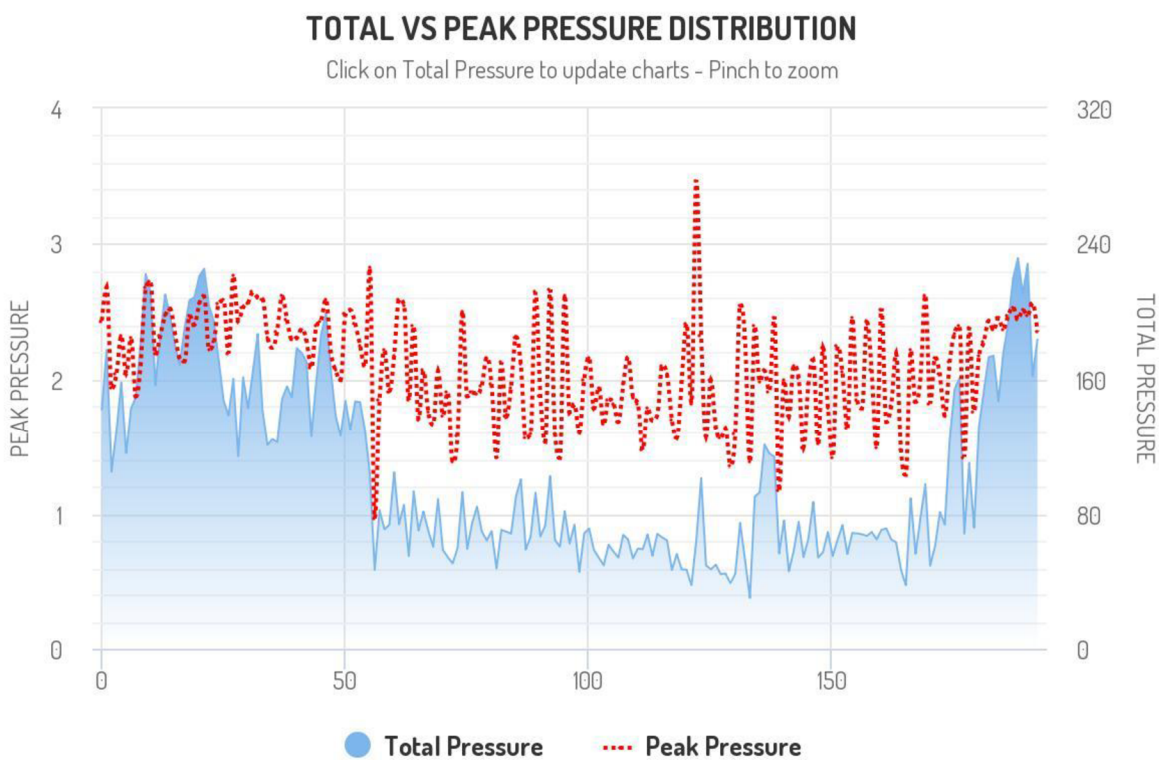
Pro spuštění nahrávání je nutné nejprve zapnout tlakovou dečku knoflíkem na přepínací krabičce. Kontrolky na krabičce začnou červeně blikat. Poté je nutné v aplikaci zapnout nahrávání pomocí tlačítka „*Start recording*“ a vyplnit potřebné údaje. Nahrávání probíhá správně, pokud se na telefonu zobrazí odpočet času. Následně je potřeba umístit telefon do kapsy na záda jezdce. Před vypnutím je nutné zkontrolovat kontinuitu nahrávání pomocí odpočtu času, poté je možné nahrávání ukončit. Ihned po ukončení nahrávání je možné data nahrát do webového rozhraní *mystride.com*.

Webové rozhraní *MyEstride* umožňuje rozsáhlou analýzu výstupů z dečky. Pracuje se ve dvou módech: „*Rider balance*“ (hodnotí rovnoměrnost sedu jezdce a konzistentnost lekce) a „*Saddle fit*“ (hodnotí úroveň správného napasování sedla na koňský hřbet). Pro účely této práce byl využíván mód „*Saddle fit*“, který obsahuje hodnocení rovnoměrnosti levoprávého rozložení váhy, stejně jako rozložení na kvadranty, dále mapu celé dečky s možností sledování

vývoje v průběhu času, a dále graf demonstrující celkové zatížení hřbetu koně a maximální jednotlivé hodnoty v čase (viz Obr. č. 17, 18). Tlak lze zobrazovat v jednotkách kPa nebo N/cm².



Obr. č. 17: Grafický výstup z webového rozhraní MyEstride – mapa tlaku. Různé způsoby zobrazení v tom samém momentu.



Obr. č. 18: Grafický výstup z webového rozhraní MyEstride – červená přerušovaná čára značí maximální hodnoty v jednom bodě („peak pressure“), modrý graf značí celkový tlak vyvíjený na hřbet koně („total pressure“).

4.2.2.1 Pilotní testování tlakové dečky

Pro pilotní testování tlakové dečky byl rovněž vyzkoušen způsob synchronizace popisovaný v jiné diplomové práci, tedy zatlačení prstem do okraje dečky mimo sedlo. Tento postup nicméně nešlo použít, protože tlak prstem se (pravděpodobně kvůli technickým problémům) při pozdější analýze neukazoval. Synchronizace tedy probíhala pomocí analýzy kamerového záznamu.

4.3 Průběh experimentu

Po vybavení koně potřebnými přístroji byl jezdec vyzván, aby si koně krátce (15-20 min) opravoval ve všech třech chodech. Během opracování byl jezdec dotazován na otázky ohledně výkonnosti, délky jezdecké praxe jeho samotného i koně, dále byl dotazován na váhu. Po opracování mu byl vysvětlen průběh experimentu, načež se mohl dotazovat a nakonec mu bylo umožněno 2x si cvik vyzkoušet bez měření.

Po dokončení zkoušky započalo samotné měření. Prvním krokem bylo spuštění nahrávání kamerového záznamu na samostatném telefonu. Poté následovalo spuštění tenzometrů v aplikaci a jejich synchronizace zatažením za levou otež. Následně proběhlo spuštění tlakové dečky. Po kontrole funkčnosti obou mobilních aplikací byl mobilní telefon umístěn do kapsy na záda jezdce. Následovalo již samotné testování, kdy úkolem jezdce bylo nacválat na levou ruku, na začátku dlouhé stěny přeskočit křížek ve výšce 50 cm a co nejdříve po jeho překonání přejít postupně do klusu, do kroku a do zastavení. Po krátké výdrž v zastavení se jezdec s koněm znovu rozešel na volné oteži směrem k výchozímu bodu, kde zastavil. Posléze bylo provedeno ukončení nahrávání tlakové dečky a následně provedena synchronizace tenzometrů zatahnutím za pravou otež, jejichž nahrávání bylo vzápětí taktéž ukončeno. Úloha končila vypnutím kamerového záznamu. Celý pokus byl tímto způsobem zopakován 3x.

5 Výsledky

Pro další vyhodnocení byly z každého pokusu vybrány a zanalyzovány následující momenty (body):

1. Doskok koně
2. 5 cvalových skoků po doskoku
3. Přejechod do klusu
4. Přejechod do kroku
5. Přejechod do zastavení

Celkově bylo provedeno 33 měření, z nichž muselo být 15 vyřazeno z důvodu technických problémů s tlakovou dečkou nebo tenzometry. Ze zbylých 18 měření připadá 9 na jezdce zkušené a 9 na jezdce nezkušené. Výsledky jednotlivých jezdců jsou podrobně rozpracovány v Příloze č. 1.

V následujících řádcích jsou použity tyto zkratky:

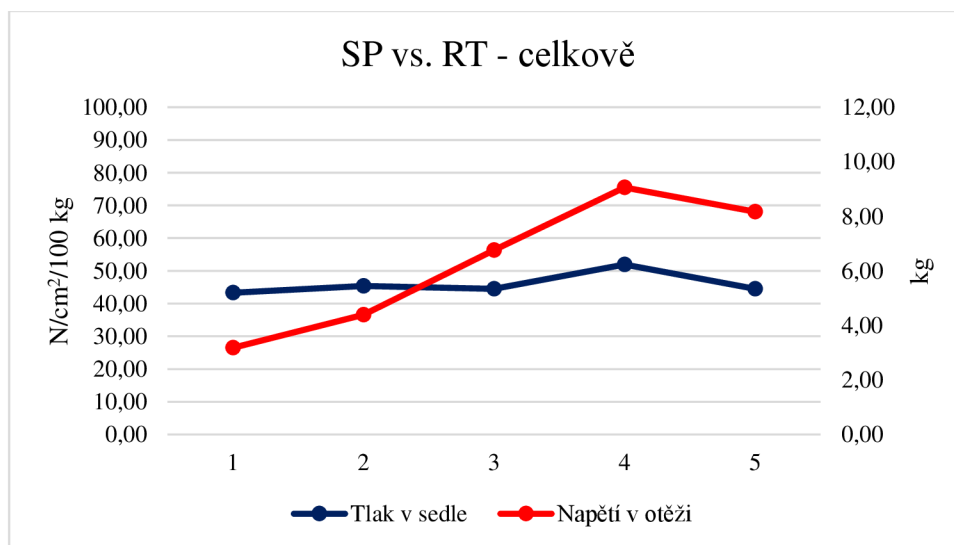
SP = *saddle pressure*, tlak v sedle ($\text{N}/\text{cm}^2/100 \text{ kg}$)

RT = *rein tension*, napětí v otěži (kg)

Tlaková dečka měří v jednotkách N/cm^2 , ve svých výsledcích je ale ovlivněna vahou jezdce. Proto jsou veškeré hodnoty z tlakové dečky standardizovány pro váhu 100 kg.

5.1 Závislost mezi SP a RT

Při porovnání SP a RT jak celkově, tak u jednotlivých skupin jezdců (zkušení x nezkušení) nebyla zjištěna žádná souvislost mezi hodnocenými parametry. Zdá se spíše, že SP v průběhu testování stagnovalo a RT se postupně zvedalo až do bodu 4, po kterém došlo k mírnému poklesu (viz Graf č. 1, 4, 5).



Graf č. 1: Porovnání tlaku v sedle a napětí v otěži mezi všemi jezdci – bez ohledu na zkušenost, v jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle ($\text{N}/\text{cm}^2/100 \text{ kg}$), napětí v otěži (kg).

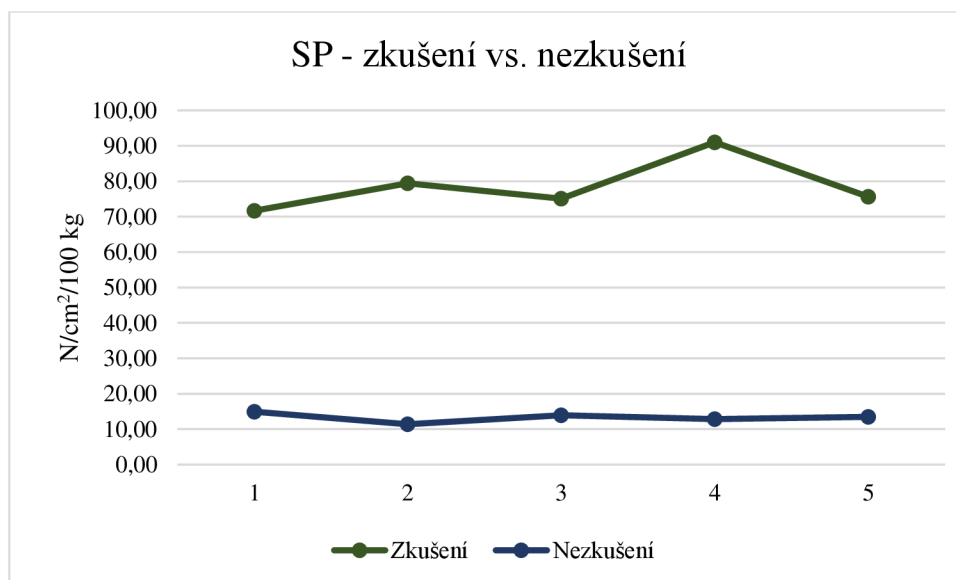
Největší tlak sedem vyvinuli jezdci zkušení při přechodu z klusu do kroku, u nezkušených byl největší tlak zaznamenán při doskoku. Doskok je rovněž okamžikem, kdy jezdci zkušení i nezkušení vyvíjeli nejmenší napětí v otěži, přičemž u jezdců zkušených můžeme v tomto momentu rovněž pozorovat nejmenší tlak do sedla. Co se týče maximálního napětí v otěži, to se u jezdců zkušených vyskytuje při přechodu z kroku do zastavení, u jezdců nezkušených při přechodu z klusu do kroku (viz Tab. č. 4).

Tab. č. 4: Průměrné hodnoty SP a RT v jednotlivých bodech, rozděleno na skupiny dle zkušenosti. SP (N/cm²/100 kg); RT (kg). Body: 1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení.

		1	2	3	4	5	Celkem
Zkušení	SP	71,67	79,40	75,05	91,01	75,61	78,55
	RT	3,16	4,31	6,71	9,25	9,46	6,58
Nezkušení	SP	14,94	11,39	13,94	12,85	13,45	13,32
	RT	3,19	4,48	6,80	8,87	6,87	6,04

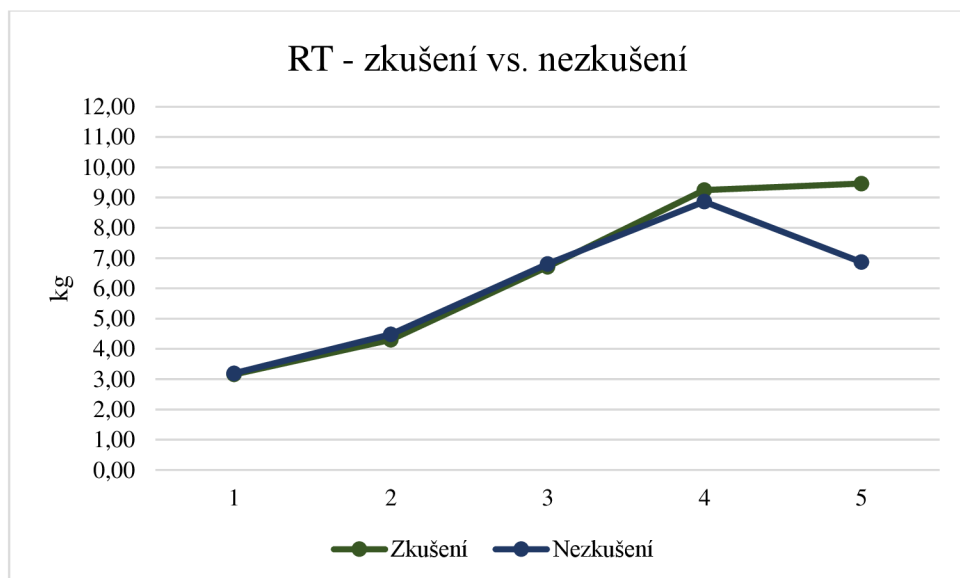
5.2 Vliv zkušenosti jezdce na SP a RT

V působení na koně se jezdci zkušení a nezkušení značně liší. Největší rozdíly byly zaznamenány v působení sedem. Na Grafu č. 2 lze vidět porovnání působení sedem u zkušených a nezkušených jezdců, přičemž rozdíl ve vyvíjeném tlaku sedem je okolo 65 N/cm²/100 kg. Výsledky u obou kategorií v čase jsou poměrně konstantní, velký výkyv lze najít pouze u zkušených jezdců v bodě č. 4.



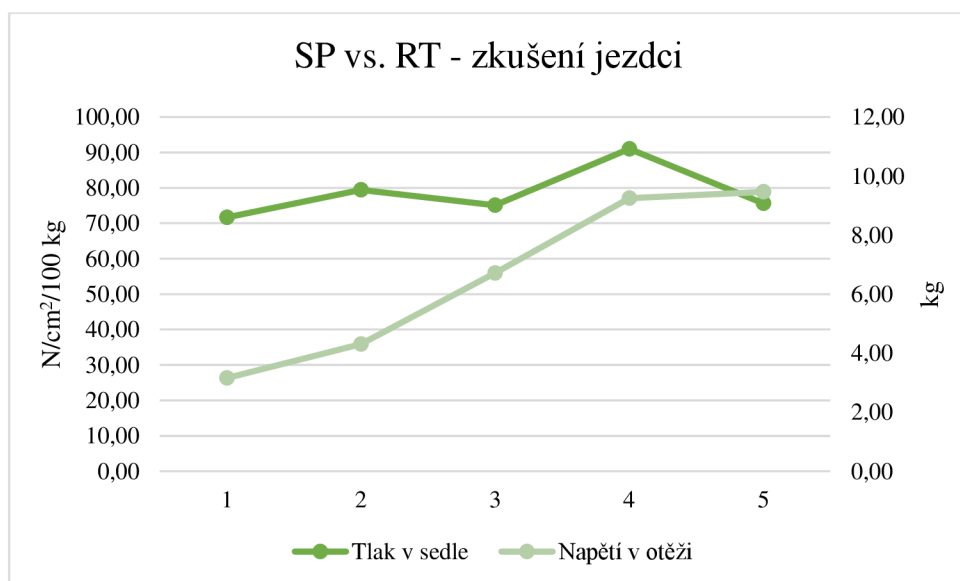
Graf č. 2: Porovnání působení sedem jezdce na hřbet koně mezi kategorií zkušených jezdců (zelená linie) a nezkušených jezdců (modrá linie). V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení).

Naopak v působení rukou se obě kategorie téměř shodují, větší rozdíl je vidět pouze v bodě č. 5. Hodnoty se pohybují od 3 do 10 kg (viz Graf č. 3).

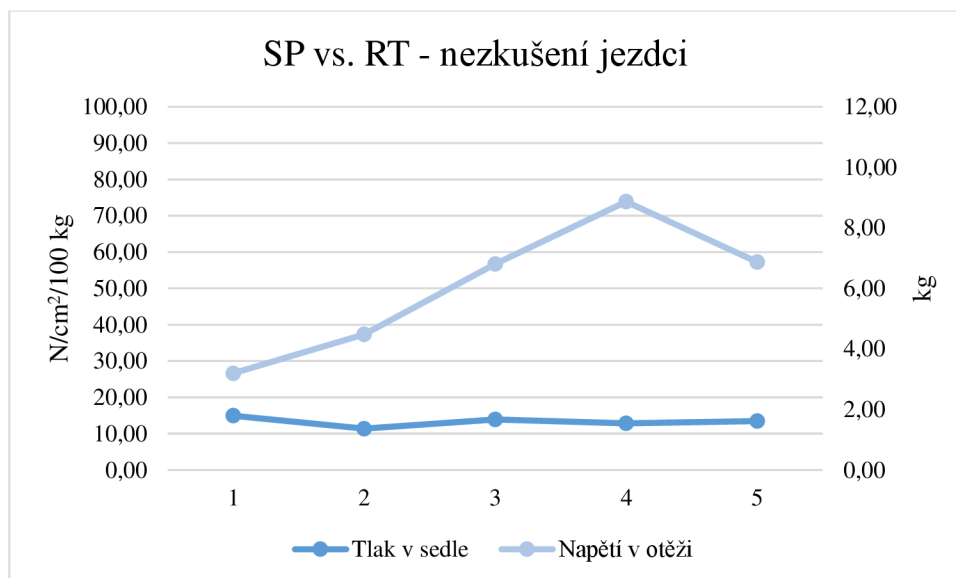


Graf č. 3: Porovnání napětí v otěži mezi kategorií zkušených jezdců (zelená linie) a nezkušených jezdců (modrá linie). V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení).

Na Grafu č. 4 a 5 si můžeme dále všimnout, že zatímco u zkušených jezdců trajektorie napětí v otěži a tlaku v sedle běží blízko u sebe, u jezdců nezkušených se míra použitého tlaku a napětí značně lišila.

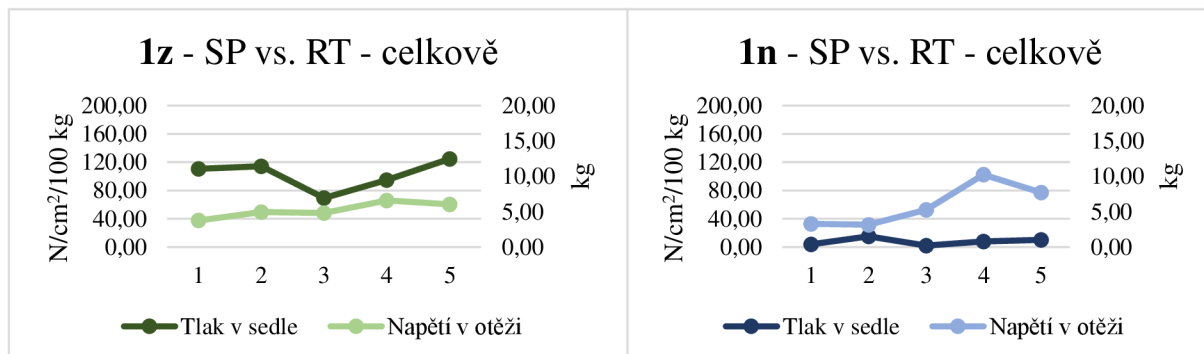


Graf č. 4: Porovnání průměrných hodnot SP oproti RT u zkušených jezdců. V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle (N/cm²/100 kg), napětí v otěži (kg).



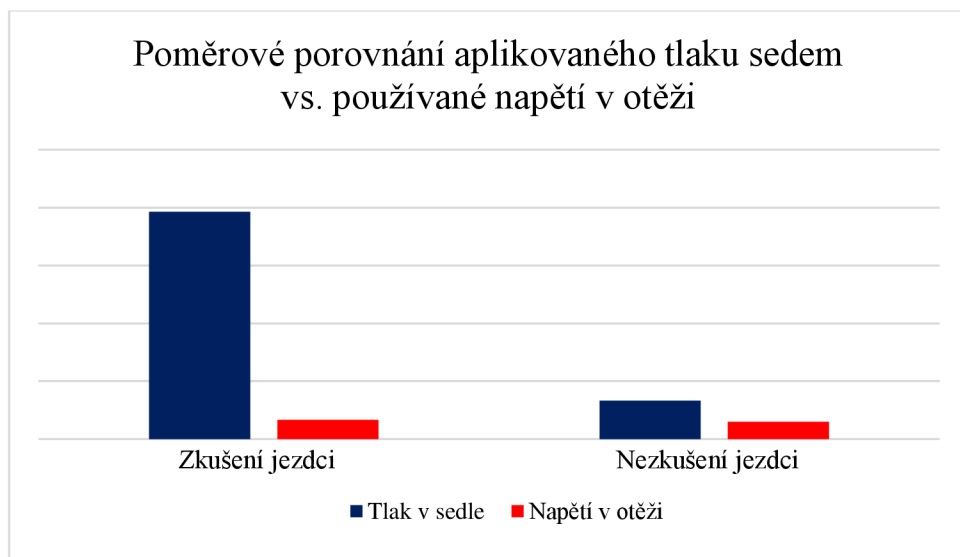
Graf č. 5: Porovnání průměrných hodnot SP oproti RT u nezkušených jezdců. V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle (N/cm²/100 kg), napětí v otěži (kg).

Podobný trend lze sledovat i při porovnávání grafických výstupů jednotlivých jezdců. Na Grafu č. 6 vidíme porovnání jezdců 1z a 1n. Zatímco u jezdce zkušeného (1z) SP převyšuje nad RT, jezdec nezkušený (1n) sed naopak nepoužívá a RT převyšuje nad SP.



Graf č. 6: Porovnání SP a RT jezdců 1z a 1n, hodnoty průměrné ze všech pokusů daných jezdců, v jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle (N/cm²/100 kg), napětí v otěži (kg).

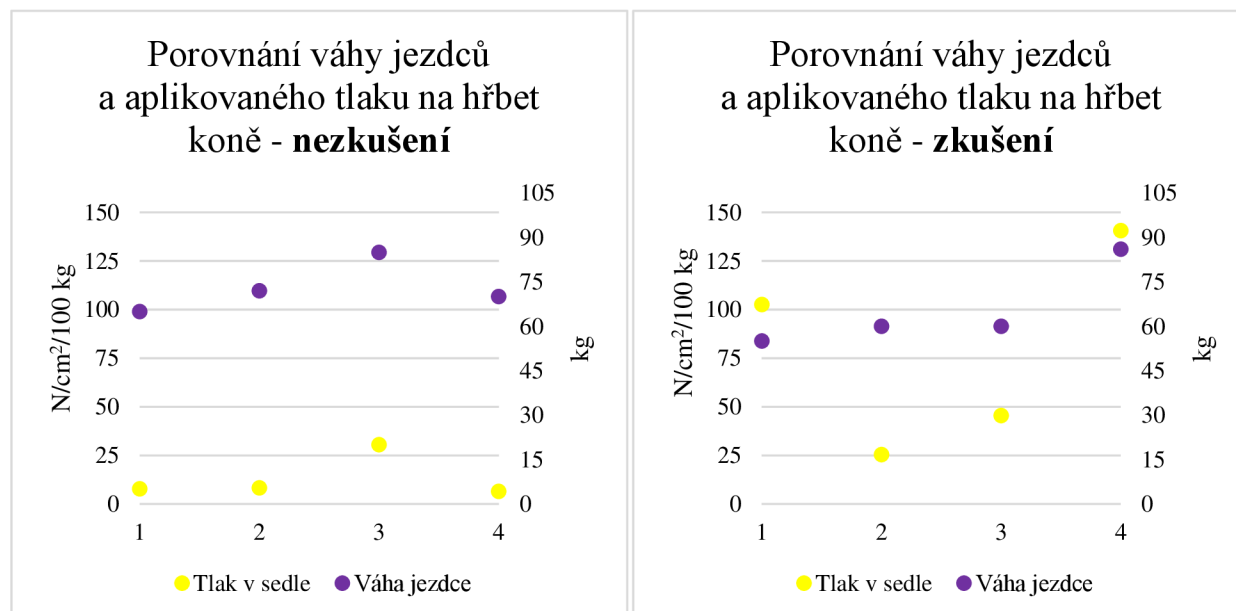
Při grafickém porovnání poměru používaného RT oproti aplikovanému SP (viz Graf č. 7) lze vidět, že ačkoliv v intenzitě používání ruky jsou obě kategorie jezdců totožné, poměrem s SP se mezi sebou liší. Zatímco u nezkušených jezdců je poměr RT ku SP přibližně 1:2,2, u jezdců zkušených tento poměr dosahuje hodnoty přibližně 1:12,5. Mezi hodnocenými parametry tedy neexistuje přímá úměrnost. Zároveň je nutno podotknout, že jezdcí nezkušení nemusí pro dosažení přechodu používat více ruky než jezdcí zkušení, ačkoliv sedem tlačí významně méně.



Graf č. 7: Poměry průměrných hodnot mezi používaným SP a RT pro splnění zadaných úkolů v experimentu – vlevo zkušení jezdci, vpravo nezkušení.

5.3 Závislost SP na váze jezdce

Ačkoliv všechna data SP byla přepočítána na standardizovanou hmotnost 100 kg, zdá se, že dečka je vahou jezdce ovlivněna (viz Graf č. 8). To se týká nezkušených jezdců, kdy trajektorie SP v podstatě kopíruje trajektorii váhy jezdců. U zkušených jezdců ovšem tuto souvislost pozorovat nelze. Pozorovat ovšem lze u jezdců 3n a 4z vyšší hodnoty SP než u jakéhokoliv jiného jezdce ve své kategorii, což může být spojeno s jejich vyšší hmotností.



Graf č. 8: Porovnání tělesné váhy jezdců s tlakem v sedle. Fialově váha jednotlivých jezdců v kg, žlutě průměrně vyvíjený tlak na hřbet koně v N/cm²/100 kg. Vlevo nezkušení jezdci, 1 = 1n apod.; vpravo zkušení jezdci, 1 = 1z apod. Podrobnější specifikace jezdců v odd. 4.1, Tab. č. 1.

6 Diskuze

Realizace experimentu pro diplomovou práci byla provázena značnými komplikacemi ze strany funkčnosti použitého vybavení. I přesto se podařilo získat data z 18 relevantních pokusů, z nichž 9 připadalo na jezdce zkušené a 9 na jezdce nezkušené.

Jezdecká úroveň koní a jezdců byla obecně vysoká. Jelikož měli všichni jezdci závodní zkušenosti a jezdeckému sportu se věnovali pravidelně po několik let, někteří dokonce na profesionální úrovni, rozdíly v jezdeckých výkonech až na výjimky nebyly veliké. Rovněž všichni koně byli dobře přiježdění a až na drobné výjimky všichni velmi dobře spolupracovali.

6.1 Použití moderních technologií

6.1.1 Tenzometry

Tenzometry Ipos Technology se ukázaly rozsahem i funkčností dostatečnými pro účely této diplomové práce. Ovládání bylo jednoduché a intuitivní. Tenzometry jdou jednoduše upevnit na uzdečku a při ježdění nepřekáží, ačkoliv jeden kůň na ně poměrně intenzivně reagoval a ježdění muselo být kvůli jeho nervozitě a diskomfortu velmi zkráceno.

Bezvadná funkčnost byla ovšem občas kompromitována výpadkem signálu z tenzometrů, ačkoliv byly umístěny v bezprostřední blízkosti přijímajícího mobilního telefonu. To se ve výsledcích projevilo opakováním výsledných hodnot po dobu několika sekund. Samostatně spuštěná aplikace se rovněž po několika minutách měření sama vypínala a přestala měřit, ačkoliv měla v mobilním telefonu potřebná povolení pro běh na pozadí. V experimentu k tomuto ale nedocházelo, protože současně spuštěná aplikace Harmony neumožňovala telefonu přejít do režimu zamčené obrazovky. Firma Ipos Technology zároveň krátce po ukončení měření pro diplomovou práci ukončila svou činnost a data smazala, nejde proto doložit žádný obrazový výstup z aplikace.

6.1.2 Tlaková dečka

Tlaková dečka Estride Harmony disponuje dostatečným množstvím tlakových senzorů i měřitelným rozsahem a umožňuje rozsáhlou analýzu dat. Praktická je možnost sledování tlaku v reálném čase, dečka tedy může dobře sloužit např. při pasování sedla. Dečka dobře sedí pod sedlem a pokrývá celou měřitelnou oblast pod posedlím. Bohužel ale její použití provázely velké technické problémy.

Prvním problémem se stala křehká konstrukce vodičů, které měly tendenci vypadávat z přepínacího boxu, čímž by byla dečka zcela vyřazena z provozu. Jelikož šlo o jeden z prvních prototypů firmy Estride, je možné, že v aktuálních verzích dečky je tato skutečnost již podchycena. Za další se ukázalo jako problematické nahrávání dat na mobilní telefon. Signál velmi často vypadal i přes správné umístění mobilního telefonu blízko přepínacího boxu. Ve výsledcích se tato dysfunkce projevila velkými mezerami s nulovými hodnotami. Nulových hodnot přitom nelze reálně dosáhnout, jelikož na hřbet koně vždy působí minimálně váha sedla. K významné chybovosti došlo v 15 z 33 měření, což značně ovlivnilo objektivitu a rozsah použitelných výsledků. V jiné diplomové práci byl přenos dat uskutečněn pomocí SD karty, což po aktualizaci softwaru již nebylo možné.

Dečka se dále zdá být do jisté míry ovlivněna vahou jezdce. Především u jezdkyň 4z a 3n s tělesnou hmotností nad 80 kg byly i po přepočtení na jednotnou hmotnost 100 kg zaznamenány vyšší hodnoty i obecně větší spolehlivost měření dečky než u jezdkyň lehčích. Několik jezdkyň s tělesnou hmotností kolem 55 kg muselo být z experimentu zcela vyřazeno, protože dečka z více jak poloviny měřeného času ve výsledcích prezentovala nulu. Tato skutečnost byla ovšem pravděpodobně způsobena i špatným přenosem signálu.

Dečku Estride Harmony proto nelze z výše popsaných důvodů označit jako vyhovující pro vědecké účely, minimálně do doby úpravy hardwaru a softwaru.

6.2 Zhodnocení dat

6.2.1 Závislost mezi SP a RT

Hypotéza H1 nebyla potvrzena. Při celkovém pohledu na všechny jezdce SP v jednotlivých bodech spíše stagnovalo a napětí v otěži se zvyšovalo. I při podrobnějším pohledu na jednotlivé kategorie jezdců nebyla zjištěna žádná souvislost mezi hodnocenými parametry.

Dle Clayton et al. (1999) se zatížení zad koně zvyšuje s tím, čím rychleji se pohybuje. Výsledky z tlakové dečky nicméně toto neprokázaly, neboť tlak na hřbet jezdce byl v kategorii nezkušených víceméně konstantní a v kategorii zkušených se dokonce zvyšoval se snižující se rychlostí. Roli ovšem mohlo hrát to, že výsledky byly sbírány v době přechodů. Při celkovém pohledu na celé měření i mimo testovanou oblast je ovšem zajímavé, že nejvyšší tlak byl dečkou naměřen v okamžiku, kdy kůň stál nebo šel krokem před nebo po provedení požadovaného experimentu. To může být pravděpodobně dáno intenzitou kontaktu, kdy jezdec sedí celou svou vahou v koni oproti klusu nebo cvalu, kdy především méně zkušený jezdec mohou mít problém udržet adekvátní kontakt. K zamyšlení rovněž stojí vhodnost použití tlakové dečky při studiu přechodů, jelikož jezdci ke zvýšení působení svého sedu používají spíše sílu kolen, stehna a celkového zpevnění než tlak sedacími kostmi do hřbetu koně. Zádrž tak lze bez nepřiměřeného napětí v otěži provést i v lehkém sedu.

Zvyšující se RT při přechodech nebylo překvapením a koresponduje tak i s výsledky jiných studií (Hawson et al. 2014; Egenvall et al. 2019).

6.2.2 Vliv zkušenosti jezdce na SP a RT

H2 byla potvrzena, zkušený jezdec v tomto experimentu vyvíjeli na hřbet koně přibližně 5,9x větší tlak než jezdcí nezkušení, přičemž byl větší i rozsah naměřených hodnot. Zajímavé ovšem je, že zkušený jezdec používali stejné množství ruky jako jezdcí nezkušení, jelikož by se dalo předpokládat, že s lepším působením sedem bude napětí v otěži klesat. Jedno z možných vysvětlení je to, že zvýšené působení sedem bez ztráty intenzity napětí v otěži zkušenějším jezdcům umožňuje kvalitnější a preciznější předvedení koně než jezdcům nezkušeným. Jezdcí zkušený rovněž vykazovali mnohem konzistentnější práci sedem i rukou, kdy trajektorie působení obou těchto proměnných byla uzavřenější. Do budoucna by bylo třeba experiment zopakovat s širší skupinou co do zkušeností, aby byl rozdíl mezi nejzkušenějším jezdcem skupiny „n“ a nejméně zkušeným jezdcem skupiny „z“ větší.

7 Závěr

V práci byla shrnuta problematika taktilně-kinestetického komunikačního kódu v souvislostech. Literární rešerše se soustředila na popis biomechaniky koně, jezdeckých pomůcek a jejich správného užití. Zároveň byly popsány některé etické problémy, které se pojí s jezdeckým využitím koně. V praktické části byl analyzován komunikační kód pomocí moderních technologií.

- Tlaková dečka Estride Harmony se ukázala jako nevyhovující technologie pro výzkum taktilně-kinestetického komunikačního kódu, a to především z důvodu kompromitující funkčnosti. Do budoucna by ovšem bylo zajímavé výzkum zopakovat s plně fungující dečkou. Zároveň je třeba mít na paměti, že velká část práce sedem se odehrává v kolenou a stehnech, jejichž působení tlaková dečka neměří a výsledky tím pádem mohou být značně zkreslené. Tenzometry Ipos Technology jsou po odstranění drobných technických nedostatků pro podobný výzkum plně dostačující.
- Nebyla prokázána nepřímá úměrnost mezi tlakem vyvíjeným do sedla a napětím v otěži.
- Byla prokázána přímá úměrnost mezi zkušeností jezdce a jeho schopností vyvinout tlak sedem do hřbetu koně; zkušenější jezdci působili svým sedem na koně výrazně více. Je ovšem zajímavé, že zkušení jezdci i přes to jezdili s velmi podobným napětím v otěži, jako jezdci nezkušení.

Z důvodu již zmíněných značných technických problémů je potřeba výsledky interpretovat s opatrností. Oblast má ale velký potenciál a další studie na toto téma budou jistě přínosem.

8 Literatura

- Al-Eisa E, Egan D, Deluzio K, Wasserug R. 2006. Effects of pelvic skeletal asymmetry on trunk movement: Three-dimensional analysis in healthy individuals versus patients with mechanical low back pain. *Spine* **31**:71–79.
- Argue KC, Clayton HM. 1993a. A preliminary study of transitions between the walk and trot in dressage horses. *Acta Anatomica* **146**:179–182.
- Argue KC, Clayton HM. 1993b. A study of transitions between the trot and canter in dressage horses. *Journal of Equine Veterinary Science* **13**:171–174.
- Back W, Clayton HM. 2013. *Equine locomotion*. Saunders Ltd., Netherlands.
- Becker-Birck M, Schmidt A, Wulf M, Aurich J, von der Wense A, Moestl E, Berz R, Aurich C. 2013. Cortisol release, heart rate and heart rate variability, and superficial body temperature, in horses lunged either with hyperflexion of the neck or with an extended head and neck position. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **97**:322–330.
- Caspar GL, Dhand NK, McGreevy PD. 2015. Human preferences for conformation attributes and head-and-neck positions in horses. *PLoS ONE* **10** (e0131880) DOI: 10.1371/journal.pone.0131880.
- Cehak A, Rohn K, Barton A-K, Stadler P, Ohnesorge B. 2010. Effect of head and neck position on pharyngeal diameter in horses. *Veterinary Radiology & Ultrasound* **51**:491–497.
- Christensen JW, Beekmans M, van Dalum M, VanDierendonck M. 2014. Effects of hyperflexion on acute stress responses in ridden dressage horses. *Physiology & Behavior* **128**:39–45.
- Christensen JW, Zharkikh TL, Antoine A, Malmkvist J. 2011. Rein tension acceptance in young horses in a voluntary test situation. *Equine Veterinary Journal* **43**:223–228.
- Christie J, Hewson C, Riley C, McNiven M, Dohoo I, Bate L. 2006. Management factors affecting stereotypies and body condition score in nonracing horses in Prince Edward Island. *Canadian Veterinary Journal-Revue Veterinaire Canadienne* **47**:136–143.
- ČJF. 2023. Drezurní pravidla 2023. Available from <https://www.cjf.cz/dokumenty/pravidla/drezurni-pravidla/> (accessed April 2023).
- ČJF. 2023. Manuál FEI komisařů pro drezuru – Nová příloha XIII. Available from <https://www.cjf.cz/dokumenty/pravidla/drezurni-pravidla/> (accessed April 2023).
- Clayton HM, MacKechnie-Guire R, Bystrom A, Le Jeune S, Egenvall A. 2021. Guidelines for the Measurement of Rein Tension in Equestrian Sport. *Animals* **11**:2875.
- Clayton HM. 1989. Terminology for the description of equine jumping kinematics. *Journal of Equine Veterinary Science* **9**:341–348.
- Clayton HM. 2013. Science in brief: Interactions between the rider, the saddle and the horse. *Equine Veterinary Journal* **45**:3–4.
- Clayton HM. 2016. Biomechanics of the exercising horse. *Journal of Animal Science* **94**:4076–4086.
- Clayton HM, Lanovaz JL, Schamhardt HC, van Wessum R. 1999. The effects of a rider's mass on ground reaction forces and fetlock kinematics at the trot. *Equine Veterinary Journal Supplement* **30**:218–221.

- Clayton HM, Larson B, Kaiser LAJ, Lavagnino M. 2011. Length and elasticity of side reins affect rein tension at trot. *Veterinary Journal* **188**:291–294.
- Clayton HM, Singleton WH, Lanovaz JL, Cloud GL. 2003. Measurement of rein tension during horseback riding using strain gage transducers. *Experimental Techniques* **27**:34–36.
- Clayton HM, Singleton WH, Lanovaz JL, Cloud GL. 2005. Strain gauge measurement of rein tension during riding: A pilot study. *Equine and Comparative Exercise Physiology* **2**:203–205.
- Cooper JJ. 1998. Comparative learning theory and its application in the training of horses. *Equine Veterinary Journal Supplement* **27**:39–43.
- de Cocq P, Clayton HM, Terada K, Muller M, van Leeuwen JL. 2009. Usability of normal force distribution measurements to evaluate asymmetrical loading of the back of the horse and different rider positions on a standing horse. *Veterinary Journal* **181**:266–273.
- Dobeš J. 1997. *Jízda na koni*. Nakladatelství a vydavatelství CESTY, Praha.
- Doherty O, Casey V, McGreevy P, Arkins S. 2016. An investigation into noseband tightness levels on competition horses. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research* **15**.
- Doherty O, Conway T, Conway R, Murray G, Casey V. 2017. An objective measure of noseband tightness and its measurement using a novel digital tightness gauge. *PLoS ONE* **12** (e0168996) DOI: 10.1371/journal.pone.0168996.
- Dumbell L, Lemon C, Williams J. 2019. A systematic literature review to evaluate the tools and methods used to measure rein tension. *Journal of Veterinary Behavior-Clinical Applications and Research* **29**:77–87.
- Dušek J. 2007. *Chov koní*. Brázda, Praha.
- Egenvall A, Bystrom A, Roepstorff L, Rhodin M, Eisersjö M, Clayton HM. 2018. Modelling rein tension during riding sessions using the generalised additive modelling technique. *Comparative Exercise Physiology* **14**:209–221.
- Egenvall A, Clayton HM, Eisersjö M, Roepstor L, Byström A. 2019. Rein tension in transitions and halts during equestrian dressage training. *Animals* **9**:712.
- Egenvall A, Eisersjö M, Rhodin M, van Weeren PR, Roepstorff L. 2015. Rein tension during canter. *Comparative Exercise Physiology* **11**:107–117.
- Egenvall A, Eisersjö M, Roepstorff L. 2012. Pilot study of behavior responses in young riding horses using 2 methods of making transitions from trot to walk. *Journal of Veterinary Behavior-Clinical Applications and Research* **7**:157–168.
- Egenvall A, Roepstorff L, Rhodin M, Eisersjö M, Clayton HM. 2016. Maximum and minimum peaks in rein tension within canter strides. *Journal of Veterinary Behavior-Clinical Applications and Research* **13**:63–71.
- Eisersjö M, Rhodin M, Roepstorff L, Egenvall A. 2015. Rein tension in 8 professional riders during regular training sessions. *Journal of Veterinary Behavior-Clinical Applications and Research* **10**:419–426.
- Eisersjö M, Yngvesson J, Byström A, Baragli P, Egenvall A. 2021. A rein tension signal can be reduced by half in a single training session. *Applied Animal Behaviour Science* **243**.
- Elgersma AE, Wijnberg ID, Sleutjens J, van der Kolk JH, van Weeren PR, Back W. 2010. A pilot study on objective quantification and anatomical modelling of in vivo head and

- neck positions commonly applied in training and competition of sport horses. *Equine Veterinary Journal* **42**:436–443.
- Farley C, Taylor C. 1991. A mechanical trigger for the trot-gallop transition in horses. *Science* **253**:306–308.
- FEI. 2010. FEI Round-Table Conference Resolves Rollkur Controversy. Available from <https://inside.fei.org/media/updates/fei-round-table-conference-resolves-rollkur-controversy> (accessed December 2022).
- FEI. 2019. Stewards Manual Dressage. Available from <https://inside.fei.org/content/fei-stewards-manual-dressage> (accessed December 2022).
- FEI. 2022. Dressage Rules, 25th edition. Available from <https://inside.fei.org/fei/disc/dressage/rules> (accessed December 2022).
- FN. 2017. *The principles of riding: Basic training for horse and rider*. Quiller Publishing Ltd., United Kingdom.
- Fruehwirth B, Peham C, Scheidl M, Schobesberger H. 2004. Evaluation of pressure distribution under an English saddle at walk, trot and canter. *Equine Veterinary Journal* **36**:754–757.
- Granatosky MC, Bryce CM, Hanna J, Fitzsimons A, Laird MF, Stilson K, Wall CE, Ross CF. 2018. Inter-stride variability triggers gait transitions in mammals and birds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **285**.
- Greve L, Dyson S. 2013. The horse-saddle-rider interaction. *Veterinary Journal* **195**:275–281.
- Harman J. 1994. Practical use of a computerized saddle pressure measuring device to determine the effects of saddle pads on the horse's back. *Journal of Equine Veterinary Science* **14**:606–611.
- Harman J. 1999. Tack and saddle fit. *Veterinary Clinics of North America – Equine Practice* **15**:247–261.
- Hausberger M, Bruderer C, Le Scolan N, Pierre JS. 2004. Interplay between environmental and genetic factors in temperament/personality traits in horses (*Equus caballus*). *Journal of Comparative Psychology* **118**:434–446.
- Hausberger M, Roche H, Henry S, Visser EK. 2008. A review of the human-horse relationship. *Applied Animal Behaviour Science* **109**:1–24.
- Hawson LA, McLean AN, McGreevy PD. 2010. Variability of scores in the 2008 Olympic dressage competition and implications for horse training and welfare. *Journal of Veterinary Behavior-Clinical Applications and Research* **5**:170–176.
- Hawson LA, Salvin HE, McLean AN, McGreevy PD. 2014. Riders' application of rein tension for walk-to-halt transitions on a model horse. *Journal of Veterinary Behavior-Clinical Applications and Research* **9**:164–168.
- Heuschmann G. 2007. *Tug of War: Classical versus 'Modern' Dressage*. Trafalgar Square Publishers, London.
- Hoyt DF, Taylor CR. 1981. Gait and the energetics of locomotion in horses. *Nature* **292**:239–240.
- ISES. 2019. ISES Position Statement on Restrictive Nosebands. Available from <https://www.equitation-science.com/equitation> (accessed December 2022).

- Jeffcott LB, Holmes MA, Townsend HGG. 1999. Validity of Saddle Pressure Measurements Using Force-sensing Array Technology – Preliminary Studies. *Veterinary Journal* **158**:113-119.
- Karl P. 2017. Omyly moderní drezury: hledání „klasických“ alternativ. Brázda, Praha.
- Kienapfel K. 2011. And what are the opinions of the horses? — on the expressive behavior of horses in different neck positions. *Pferdeheilkunde* **27**:372–380.
- Kienapfel K, Link Y, König V Borstel U. 2014. Prevalence of different head-neck positions in horses shown at dressage competitions and their relation to conflict behaviour and performance marks. *PLoS ONE* 9 (e103140) DOI: 10.1371/journal.pone.0103140.
- Klimke R. 1994. *Basic Training of the Young Horse*. J.A. Allen & Company Limited, London.
- Klontza-Jaklova V. 2020. No Horse, No Sun. The Role of Horse in the Bronze Age Transformation Processes. *Slovenska Archeologia* :327–336.
- Knopfhart A. 2022. *Dressur von A bis S*. Müller Rüslikon Verlags AG, Cham.
- Koenen EPC, Aldridge LI, Philipsson J. 2004. An overview of breeding objectives for warmblood sport horses. *Livestock Production Science* **88**:77–84.
- Lashley MJJO, Nauwelaerts S, Vernooij JCM, Back W, Clayton HM. 2014. Comparison of the head and neck position of elite dressage horses during top-level competitions in 1992 versus 2008. *Veterinary Journal* **202**:462–465.
- Le KM, Madsen BL, Barth PW, Ksander GA, Angell JB, Vistnes LM. 1984. An in-depth look at pressure sores using monolithic silicon pressure sensors. *Plastic and Reconstructive Surgery* **74**:745–754.
- Levine MA. 2005. Domestication and early history of the horse. Pages 5–22 in Mills DS, McDonnell, SM, editors. *The Domestic Horse: The Origins, Development, and Management of its Behaviour*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Loscher DM, Meyer F, Kracht K, Nyakatura JA. 2016. Timing of head movements is consistent with energy minimization in walking ungulates. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **238**.
- Ludewig AK, Gauly M, Von Borstel UK. 2013. Effect of shortened reins on rein tension, stress and discomfort behavior in dressage horses. *Journal of Veterinary Behavior* **8**:e15–e16.
- Luke KL, McAdie T, Smith BP, Warren-Smith AK. 2022. New insights into ridden horse behaviour, horse welfare and horse-related safety. *Applied Animal Behaviour Science* **246**.
- Lynghaug F. 2009. *The Official Horse Breeds Standard Guide*. Voyageur Press, Minneapolis, USA.
- McBride SD, Mills DS. 2012. Psychological factors affecting equine performance. *BMC Veterinary Research* **8**.
- McGreevy PD. 2004. Equine behavior. *Journal of Equine Veterinary Science* **24**:397–398.
- McGreevy PD, Cripps P, French N, Green L, Nicol C. 1995a. Management factors associated with stereotypic and redirected behaviour in the Thoroughbred horse. *Equine veterinary Journal* **27**:87–91.
- McGreevy PD, French N, Nicol C. 1995b. The prevalence of abnormal behaviours in dressage, eventing and endurance horses in relation to stabling. *Veterinary Record* **137**:36–37.

- McGreevy PD, Christensen JW, von Borstel UK, McLean A. 2018. *Equitation Science*. John Wiley & Sons Ltd., United Kingdom.
- McGreevy PD, Harman A, McLean A, Hawson L. 2010. Over-flexing the horse's neck: A modern equestrian obsession? *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research* **5**:180–186.
- McGreevy PD, McLean AN. 2005. Behavioural problems with the ridden horse. Pages 196–211 in Mills DS, McDonnell, SM, editors. *The Domestic Horse: The Origins, Development, and Management of its Behaviour*. Cambridge University Press, Cambridge.
- McGreevy PD, McLean AN. 2007. Roles of learning theory and ethology in equitation. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research* **2**:108–118.
- McLean AN, Christensen JW. 2017. The application of learning theory in horse training. *Applied Animal Behaviour Science* **190**:18–27.
- McLean AN, McGreevy PD. 2004. *Equine Behaviour – A Guide for Veterinarians and Equine Scientists*. W.B. Saunders, Edinburgh.
- McLean AN, McGreevy PD. 2010. Horse-training techniques that may defy the principles of learning theory and compromise welfare. *Journal of Veterinary Behavior-Clinical Applications and Research* **5**:187–195.
- Mellor DJ, Beausoleil NJ, Littlewood KE, McLean AN, McGreevy PD, Jones B, Wilkins C. 2020. The 2020 Five Domains Model: Including Human-Animal Interactions in Assessments of Animal Welfare. *Animals* **10**.
- Meyers MC, Bourgeois AE, LeUnes A, Murray NG. 1999. Mood and psychological skills of elite and sub-elite equestrian athletes. *Journal of Sport Behaviour* **22**:399–409.
- Mills DS, Alston RD, Rogers V, Longford NT. 2002. Factors associated with the prevalence of stereotypic behaviour amongst Thoroughbred horses passing through auctioneer sales. *Applied Animal Behaviour Science* **78**:115–124.
- Normando S, Canali E, Verga M. 2002. Behavioral problems in Italian saddle horses. *Journal of Equine Veterinary Science* **22**:117–120.
- Peham C, Licka T, Kapaun M, Scheidl M. 2001. A new method to quantify harmony of the horse-rider system in dressage. *Sports Engineering* **4**:95–101.
- Piccolo L, Kienapfel K. 2019. Voluntary rein tension in horses when moving unriden in a dressage frame compared with ridden tests of the same horses – a pilot study. *Animals* **9**.
- Podhajsky A. 1979. *The Complete Training of Horse and Rider in the Principles of Classical Horsemanship*. Wilshire Book Co, USA.
- Randle H, Steenbergen M, Roberts K, Hemmings A. 2017. The use of the technology in equitation science: A panacea or abductive science? *Applied Animal Behaviour Science* **190**:57–73.
- Reece WO. 2011. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Grada, Praha.
- Schöffmann B. 2006. *Stupnice vzdělání koně*. Brázda. Praha.
- Sluettjens J, Smiet E, van Weeren R, van der Kolk J, Back W, Wijnberg ID. 2012. Effect of head and neck position on intrathoracic pressure and arterial blood gas values in Dutch Warmblood riding horses during moderate exercise. *American Journal of Veterinary Research* **73**:522–528.

- Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan MM, Blok MB, Begeman L, Kamphuis MCD, Lameris MC, Spierenburg AJ, Lashley MJJO. 2006. Workload and stress in horses: Comparison in horses ridden deep and round ('rollkur') with a draw rein and horses ridden in a natural frame with only light rein contact. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde* **131**:152–157.
- Starling M, McLean A, McGreevy P. 2016. The contribution of equitation science to minimising horse-related risks to humans. *Animals* **6**.
- Symes D, Ellis R. 2009. A preliminary study into rider asymmetry within equitation. *Veterinary Journal* **181**:34–37.
- Tell A, Egenvall A, Lundström T, Wattle O. 2008. The prevalence of oral ulceration in Swedish horses when ridden with bridle and bit. *Veterinary Journal* **178**:405–410.
- Toft K, Kjeldsen ST, Otten ND, van Galen G, Fjeldborg J, Sinding M, Hansen S. 2020. Evaluation of Dynamic Structural Disorders in the Upper Airways and Applied Rein Tension in Healthy Dressage Horses During Riding in Different Gaits and Head-Neck Positions. *Journal of Equine Veterinary Science* **87**:102934.
- Townsend HGG. 1983. Kinematics of the equine thoracolumbar spine. *Equine Veterinary Science* **16**:207–216.
- van Dierendonck MC, Sleutjens J, Wijnberg ID, Back W, van der Kolk JH. 2011. The effect of different head and neck positions – including hyperflexion – on the behavior of base-level warm blood riding horses during moderate exercise. *Journal of Veterinary Behavior* **6**:296–297.
- Van Erck E. 2011. Dynamic respiratory videoendoscopy in ridden sport horses: Effect of head flexion, riding and airway inflammation in 129 cases. *Equine Veterinary Journal* **43**:18–24.
- van Weeren PR. 2013. History. In: *Equine Locomotion*. Page 1-30 in Back W, Clayton HM, editors. *Equine locomotion*, 2nd edition. Saunders Elsevier, London.
- Veen I, Killian D, Vlaminck L, Vernooij JCM, Back W. 2018. The use of a rein tension device to compare different training methods for neck flexion in base-level trained Warmblood horses at the walk. *Equine Veterinary Journal* **50**:825–830.
- Visser EK, van Dierendonck MC. 2010. A note on the welfare implications of hyperflexion in the training of the ridden horse. Report for the Dutch Ministry of Agriculture. Available from <https://edepot.wur.nl/139247> (accessed December 2022).
- von Borstel UK, Glissman C. 2014. Alternatives to Conventional Evaluation of Rideability in Horse Performance Tests: Suitability of Rein Tension and Behavioural Parameters. *PLoS ONE* **9** (e87285) DOI: 10.1371/journal.pone.0087285.
- von Borstel UK, McGreevy PD. 2014. Behind the vertical and behind the times. *Veterinary Journal* **202**:403–404.
- von Borstel UK, Pasing S, Gauly M. 2011. Towards a more objective assessment of equine personality using behavioural and physiological observations from performance test training. *Applied Animal Behaviour Science* **135**:277–285.
- von Borstel UK, Visser EK, Hall C. 2017. Indicators of stress in equitation. *Applied Animal Behaviour Science* **190**:43–56.
- von Borstel UU, Duncan IJH, Shoveller AK, Merckies K, Keeling LJ, Millman ST. 2009. Impact of riding in a coercively obtained Rollkur posture on welfare and fear of performance horses. *Applied Animal Behaviour Science* **116**:228–236.

- Warren-Smith AK, McGreevy PD. 2006. An audit of the application of the principles of equitation science by qualified equestrian instructors in Australia. Page 12 in Minero M, Canali E, Warren-Smith AK, McLean AN, Goodwin D, Zetterqvist M., Waran N, McGreevy PD, editors. Proceedings of the 2nd International Equitation Science Symposium, Milan.
- Weishaupt MA, Wiestner T, von Peinen K, Waldern N, Roepstorff L, van Weeren PR, Johnston C. 2006. Effect of head and neck position on vertical ground reaction forces and interlimb coordination in the dressage horse ridden at walk and trot on a treadmill. *Equine Veterinary Journal* **38**:387–392.
- Wijnberg ID, Sleutjens J, van der Kolk JH, Back W. 2010. Effect of head and neck position on outcome of quantitative neuromuscular diagnostic techniques in Warmblood riding horses directly following moderate exercise. *Equine Veterinary Journal* **42**:261–267.
- Wolframm I, Schiffers H, Wallenborn A. 2013. Visual attention in Grand Prix dressage judges. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research* **8**:e25.
- Záliš N. 2002. Hovory o drezuře. Alba studio, Národní hřebčín v Kladrubech nad Labem, Kladruba nad Labem.

9 Seznam použitých zkratek a symbolů

CF = *competition frame*, závodní rámec, držení krku koně

ČJF = Česká jezdecká federace

FEI = *Fédération Equestre Internationale*, Mezinárodní jezdecká federace

LDR = *low, deep and round*; dole, hluboko, kulatě (způsob držení hlavy a krku koně)

LF = *looser frame*, volnější rámec držení hlavy a krku koně

RT = *rein tension*, napětí v otěži

SP = *saddle pressure*, tlak v sedle

ZZVJ = Zkoušky základního výcviku jezdce

10 Samostatné přílohy

Příloha č. 1: Porovnání SP a RT u jednotlivých jezdců

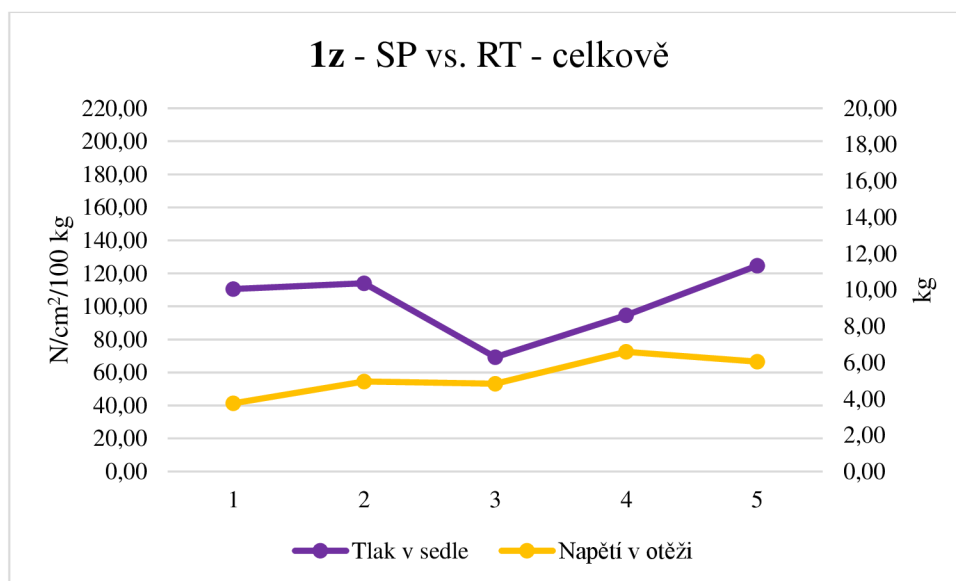
Prezentované hodnoty jsou průměrem ze všech pokusů daného jezdce.

Jezdec 1z

Délka praxe: 19 let

Výkonnost: T

Váha: 55 kg



Graf č. 1: Porovnání průměrných hodnot SP oproti RT u jezdce 1z. V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle ($N/cm^2/100\text{ kg}$), napětí v otěži (kg).

Tabulka č. 1: Porovnání průměrných hodnot SP oproti RT u jezdce 1z. V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle ($N/cm^2/100\text{ kg}$), napětí v otěži (kg).

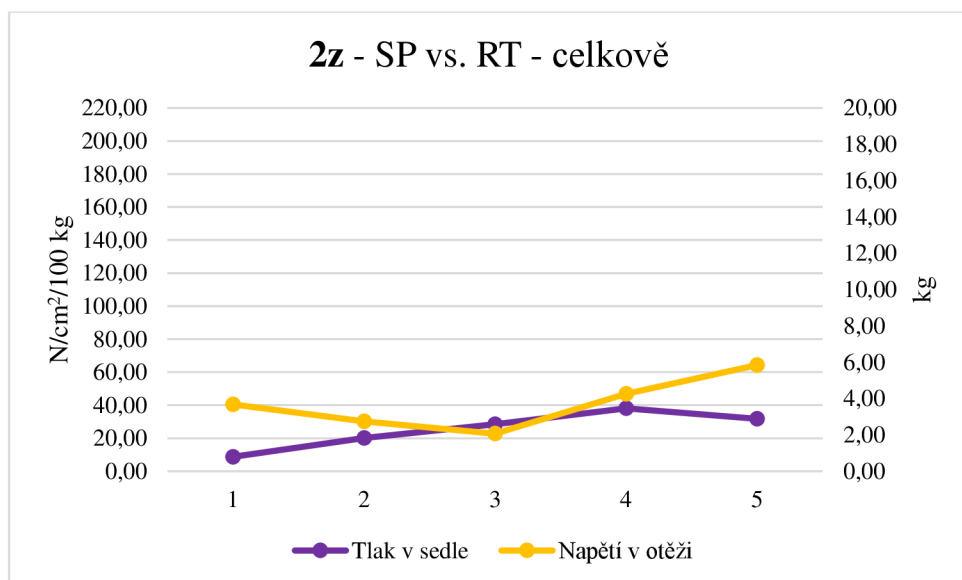
	1	2	3	4	5
SP	110,45	114,02	69,23	94,60	124,64
RT	3,75	4,96	4,83	6,59	6,05

Jezdec 2z

Délka praxe: 17 let

Výkonnost: ST

Váha: 60 kg



Graf č. 2: Porovnání průměrných hodnot SP oproti RT u jezdce 2z. V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle (N/cm²/100 kg), napětí v otěži (kg).

Tabulka č. 2: Porovnání průměrných hodnot SP oproti RT u jezdce 2z. V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle (N/cm²/100 kg), napětí v otěži (kg).

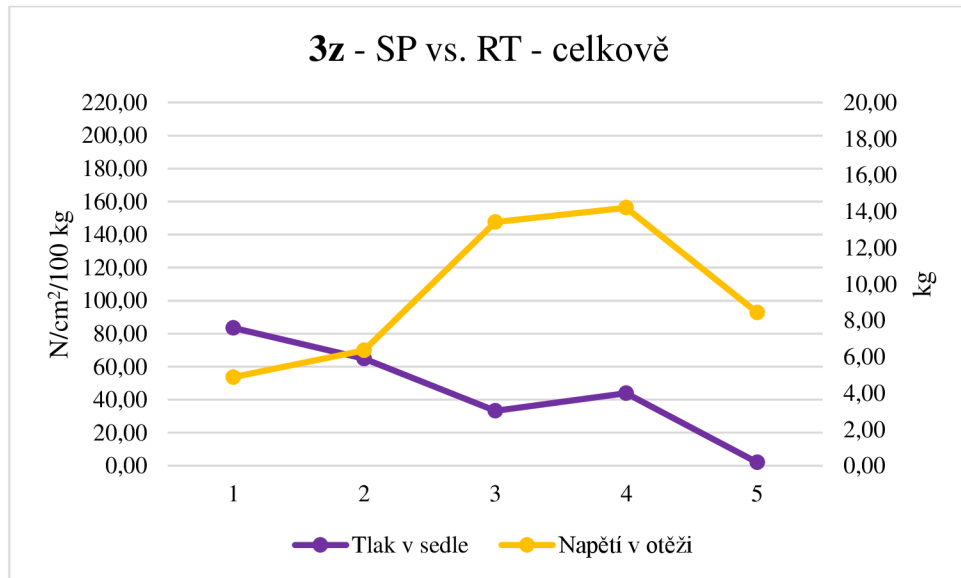
	1	2	3	4	5
SP	8,73	20,18	28,47	38,09	31,71
RT	3,68	2,74	2,07	4,27	5,85

Jezdec 3z

Délka praxe: 30 let

Výkonnost: S

Váha: 60 kg



Graf č. 3: Porovnání průměrných hodnot SP oproti RT u jezdce 3z. V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle ($N/cm^2/100\text{ kg}$), napětí v otěži (kg).

Tabulka č. 3: Porovnání průměrných hodnot SP oproti RT u jezdce 3z. V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle ($N/cm^2/100\text{ kg}$), napětí v otěži (kg).

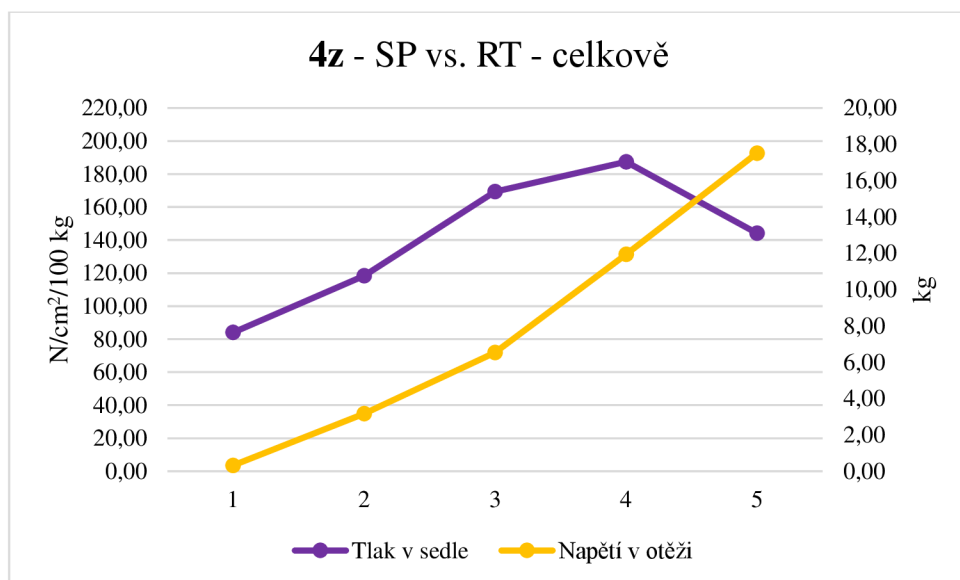
	1	2	3	4	5
SP	83,49	64,93	33,16	43,92	2,00
RT	4,88	6,36	13,42	14,20	8,44

Jezdec 4z

Délka praxe: 25 let

Výkonnost: Z

Váha: 86 kg



Graf č. 4: Porovnání průměrných hodnot SP oproti RT u jezdce 4z. V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle ($N/cm^2/100\text{ kg}$), napětí v otěži (kg).

Tabulka č. 4: Porovnání průměrných hodnot SP oproti RT u jezdce 4z. V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle ($N/cm^2/100\text{ kg}$), napětí v otěži (kg).

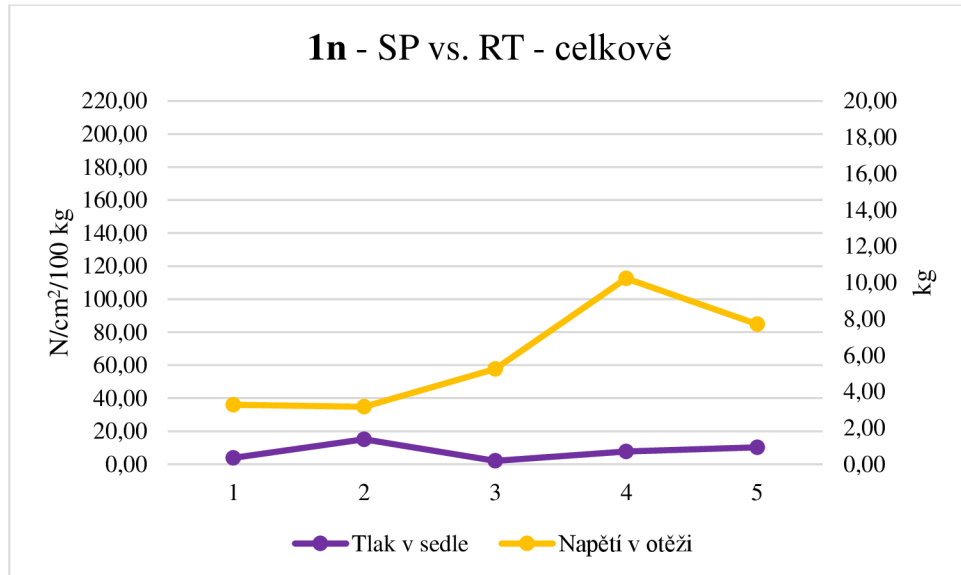
	1	2	3	4	5
SP	83,98	118,47	169,35	187,43	144,09
RT	0,32	3,16	6,53	11,94	17,52

Jezdec 1n

Délka praxe: 17 let

Výkonnost: L

Váha: 65 kg



Graf č. 5: Porovnání průměrných hodnot SP oproti RT u jezdce 1n. V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle (N/cm²/100 kg), napětí v otěži (kg).

Tabulka č. 5: Porovnání průměrných hodnot SP oproti RT u jezdce 1n. V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle (N/cm²/100 kg), napětí v otěži (kg).

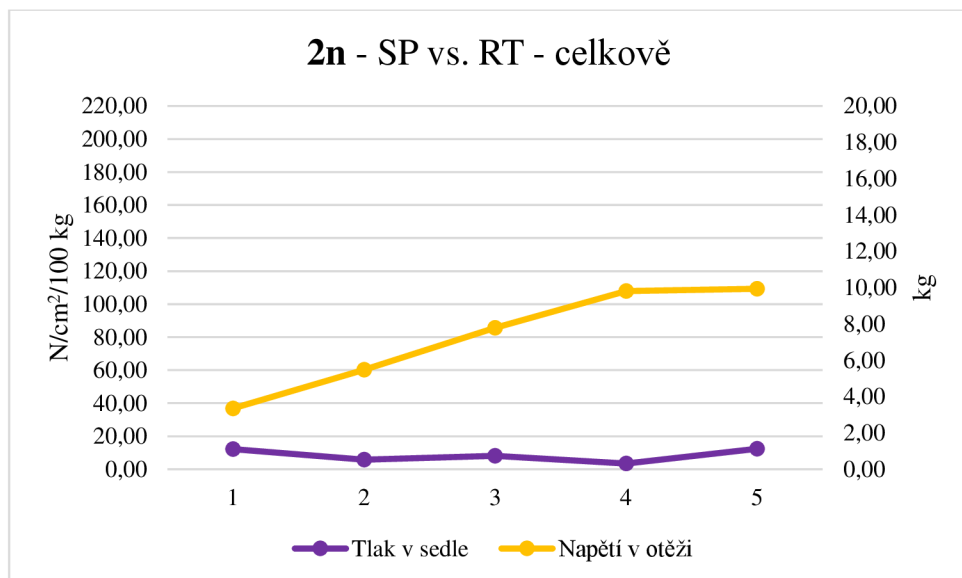
	1	2	3	4	5
SP	3,88	15,10	2,04	7,77	10,32
RT	3,28	3,16	5,25	10,23	7,71

Jezdec 2n

Délka praxe: 8 let

Výkonnost: L

Váha: 72 kg



Graf č. 6: Porovnání průměrných hodnot SP oproti RT u jezdce 2n. V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle (N/cm²/100 kg), napětí v otěži (kg).

Tabulka č. 6: Porovnání průměrných hodnot SP oproti RT u jezdce 2n. V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle (N/cm²/100 kg), napětí v otěži (kg).

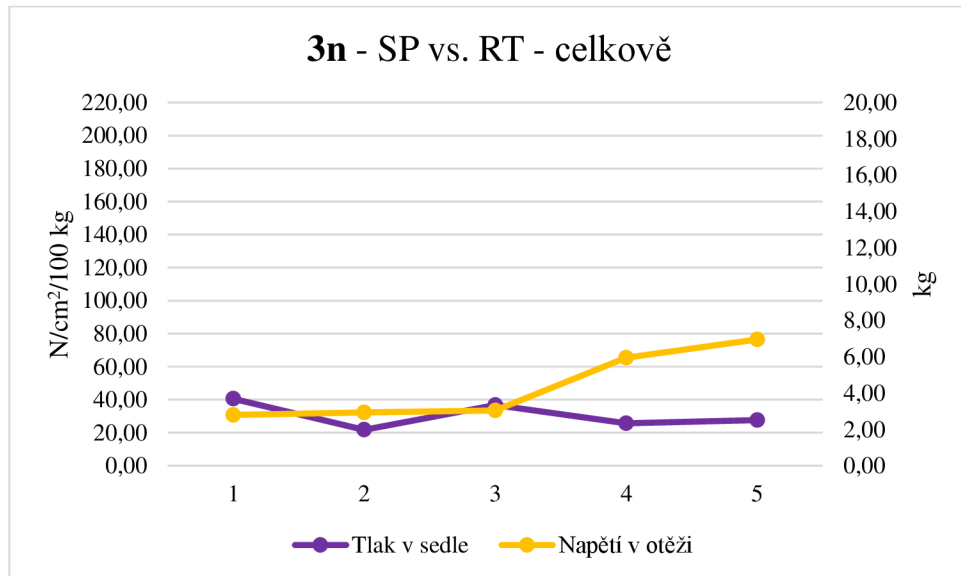
	1	2	3	4	5
SP	12,17	5,69	8,19	3,43	12,38
RT	3,35	5,47	7,78	9,82	9,94

Jezdec 3n

Délka praxe: 18 let

Výkonnost: ZL

Váha: 85 kg



Graf č. 7: Porovnání průměrných hodnot SP oproti RT u jezdce 3n. V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle ($N/cm^2/100\text{ kg}$), napětí v otěži (kg).

Tabulka č. 7: Porovnání průměrných hodnot SP oproti RT u jezdce 3n. V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle ($N/cm^2/100\text{ kg}$), napětí v otěži (kg).

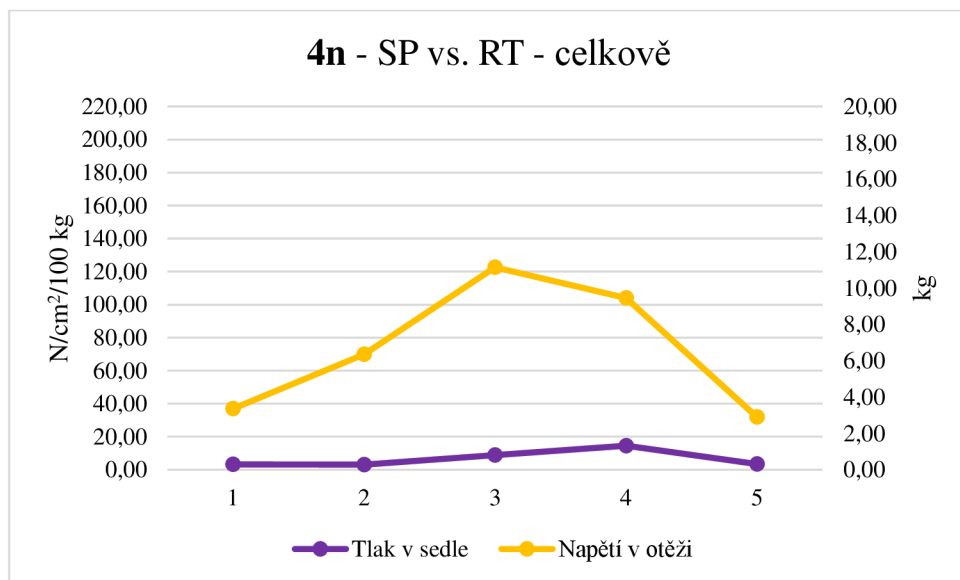
	1	2	3	4	5
SP	40,56	21,73	36,75	25,67	27,65
RT	2,80	2,94	3,04	5,96	6,95

Jezdec 4n

Délka praxe: 11 let

Výkonnost: ZL

Váha: 70 kg



Graf č. 8: Porovnání průměrných hodnot SP oproti RT u jezdce 4n. V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle (N/cm²/100 kg), napětí v otěži (kg).

Tabulka č. 8: Porovnání průměrných hodnot SP oproti RT u jezdce 4n. V jednotlivých bodech (1. doskok koně, 2. 5 cvalových skoků po doskoku, 3. přechod do klusu, 4. přechod do kroku, 5. přechod do zastavení). Tlak v sedle (N/cm²/100 kg), napětí v otěži (kg).

	1	2	3	4	5
SP	3,13	3,06	8,80	14,53	3,45
RT	3,35	6,35	11,15	9,46	2,90