

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Fyziologie stresu koně

Bakalářská práce

Michaela Hlavatá

Chov koní

Ing. Cyril Neumann, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

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

V Praze dne 24.4.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé práce, Ing. Cyrilu Neumannovi, Ph.D., za pomoc, rady a vedení při psaní práce. Dále bych ráda poděkovala své rodině a přátelům za neutuchající podporu, pochopení a motivaci při psaní.

Fyziologie stresu koně

Souhrn

Tato práce se v první části zabývá popisem průběhu stresu z hlediska fyziologie. Jsou zde rozebrány základní pojmy jako eustres a distres, dále popsány stresové hormony, což jsou glukokortikoidy a katecholaminy, a možnosti jejich měření. Nejdůležitějším stresovým hormonem je kortizol, který se nejčastěji měří ve slinách, protože tato metoda není časově náročná jako měření v moči a není ani tak invazivní, jako měření kortizolu v krvi. Odběr krve navíc může způsobit koni další stres. V této části jsou zmíněny i další neinvazivní metody měření stresu. Dále se práce věnuje popisu krátkodobého i dlouhodobého stresu a možnosti copingu, neboli adaptace organismu.

V druhé části se práce zaměřuje na popis smyslů koně, konkrétně zraku, čichu a sluchu. Popis a pochopení funkce těchto smyslů a jejich orgánů je pro tuto práci důležitý z toho důvodu, že jsou jimi vnímány reálné i potencionálně stresující faktory. Pro bezpečnou a pro obě strany příjemnou práci s koňmi je důležité si uvědomit, že svět vnímaný koněm se diametrálně liší od toho, jak svět vnímají lidé.

V poslední části práce poukazuje nejdříve na to, jak může personalita a paměť ovlivnit chování, případně prožitek stresu koněm a poté na to, jaký vliv může mít stres na život koně. Jsou zde zmíněny i důsledky stresu, jako je naučená bezmocnost nebo stereotypie, jak tyto fenomény vznikají a jaké jsou nejčastější chyby v managementu a tréninku koní k nim vedoucí. Neméně podstatná je zde zmínka o prenatálním stresu, který dokáže ovlivnit vnímání stresu po celý zbytek života koně.

Klíčová slova: kůň, stres, kortizol, oxytocin

Physiology of horse stress

Summary

The first part of this thesis deals with the description of the process of stress from the point of view of physiology. The basic concepts such as eustress and distress are discussed, stress hormones, which are glucocorticoids and catecholamines, and the possibilities of their measurement are described. The most important stress hormone is cortisol, which is most commonly measured in saliva, as this method is not as time-consuming as urine measurements and is not as invasive as measuring cortisol in blood. In addition, taking blood can cause the horse additional stress. Other non-invasive methods of measuring stress are also mentioned in this section. Next, the thesis describes short- and long-term stress and the possibility of coping, or adaptation of the organism.

The second part of the thesis focuses on the description of the horse's senses, namely sight, smell and hearing. The description of these senses and their organs is important to this thesis because they are used to perceive real and potential stressors. To work safely and enjoyably with horses, it is important to remember that the world perceived by horses is vastly different from the world perceived by humans.

In the last part of the thesis, the focus is first on how personality and memory can influence the horse's behaviour or experience of stress and then how stress can affect the horse's life. Consequences of stress such as learned helplessness or stereotypies are also mentioned, how these phenomena arise and what are the most common mistakes in horse management and training that lead to them. Equally important is the mention of prenatal stress, which can influence the perception of stress.

Keywords: horse, stress, cortisol, oxytocin

Obsah

| | |
|---|-----------|
| 1 Úvod | 8 |
| 2 Cíl práce | 9 |
| 3 Literární rešerše | 10 |
| 3.1 Fyziologie stresu | 10 |
| 3.1.1 Denífce stresu, eustres a distres | 10 |
| 3.1.2 Průběh stresové reakce | 11 |
| 3.1.3 Stresové hormony | 12 |
| 3.1.4 Měření stresu | 13 |
| 3.1.5 Krátkodobý stres | 15 |
| 3.1.6 Dlouhodobý stres | 16 |
| 3.1.7 Adaptace na stres | 16 |
| 3.2 Smysly | 18 |
| 3.2.1 Zrak..... | 19 |
| Anatomie oka..... | 19 |
| Zorné pole a zraková ostrost | 22 |
| Noční vidění a adaptace na tmu | 23 |
| Pozice hlavy | 23 |
| 3.2.2 Sluch | 23 |
| Anatomie ucha | 23 |
| Vnímání hlasitosti a výšky..... | 25 |
| Lokalizace zdroje zvuku | 26 |
| Rozeznávání koní a lidí podle hlasu..... | 26 |
| 3.2.3 Čich..... | 26 |
| Anatomie nosní dutiny | 27 |
| Vnímání pachů..... | 27 |
| Využití čichu..... | 29 |
| Rozeznávání lidí podle pachu | 30 |
| 3.3 Paměť | 30 |
| 3.3.1 Vliv stresu na učení a pracovní paměť | 32 |
| 3.4 Personalita koně | 32 |
| 3.4.1 Temperament | 33 |
| 3.4.2 Charakter..... | 33 |
| 3.4.3 Osobnost | 34 |
| 3.5 Prenatální stres | 34 |
| 3.6 Sociální stres | 36 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 3.6.1 | Sociální izolace | 36 |
| 3.6.2 | Odstav hřiběte | 37 |
| 3.7 | Vliv stresu na podávání výkonu..... | 39 |
| 3.8 | Vliv výživy na náchylnost ke stresu | 40 |
| 3.9 | Patologie | 41 |
| 3.9.1 | Onemocnění | 41 |
| 3.9.2 | Stereotypie | 41 |
| 3.9.3 | Naučená bezmocnost | 43 |
| | Potencionální zdroje | 43 |
| 4 | Závěr | 45 |
| 5 | Literatura..... | 46 |

1 Úvod

Koně jsou společenská, citlivá a velmi vnímavá zvířata a jako taková zažívají hodně stresu ve svém prostředí, ať už od rutinních postupů managementu, přes sportovní události včetně přepravy, až po sociální dynamiku ve stádě. Porozumění stresu a snaha o jeho zmírnění jsou klíčové nejen pro pohodu a výkonnost jednotlivých koní, ale také pro etickou odpovědnost napříč jezdeckými odvětvími. Bartolomé & Cockram (2016) ovšem zmiňují, že může být stres, respektive stresory působící na organismus, za určitých okolností prospěšný, protože krátkodobě zvyšuje výkon.

Stres u koní je složitý jev ovlivněný různými faktory. Fyziologické a behaviorální reakce na stres se u koní projevují různě v závislosti na jejich genetických predispozicích, personalitě, předchozích zkušenostech a aktuálních podmínkách prostředí.

Dopady stresu na pohodu koní jsou hluboké a rozsáhlé. Chronický stres nejen ohrožuje fyzické zdraví koní, ale také negativně ovlivňuje jejich emoční pohodu, což vede k behaviorálním problémům, poklesu výkonnosti, snížení reprodukčních schopností a zvýšené náchylnosti k onemocnění. Tato zvýšená náchylnost pak může vést k velkým ekonomickým nákladům souvisejících s léčbou koní padajících na ramena majitelů. Podle Malinowski et al. (1999) mezi tyto problémy může patřit kromě snížené imunity a tedy zvýšené predispozici k onemocněním i ulcerace žaludku. Donaldson et al. (2002) k těmto problémům přidává i equinní Cushingův syndrom, který je podle Lavado et al. (2023) prekurzorem laminitidy.

Vzhledem k výše zmíněnému je nezbytné pro ochranu pohody koní a optimalizaci výkonu identifikovat stresové faktory a využívat proti nim účinné strategie managementu. Těmito strategiemi může být úprava prostředí, výživy nebo tréninkových postupů s cílem omezit stresory a podpořit odolnost koní vůči nim. Přiblížení tomuto cíli mohou pomoci pokroky ve vědeckém výzkumu, osvědčené postupy nebo i nové přístupy k výchově a výcviku koní.

2 Cíl práce

Cílem práce je přiblížit průběh stresových reakcí u koně z fyziologického hlediska, porovnání vlivů krátkodobého a dlouhodobého stresu, jeho vlivu na pracovní paměť a dalších procesů probíhajících v organismu. Práce se bude věnovat popisu rozdílného vnímání okolního světa koně. Zaměří se proto na smyslové schopnosti koně (zrak, čich a sluch), které přímo souvisejí s vnímáním stresových podnětů.

3 Literární rešerše

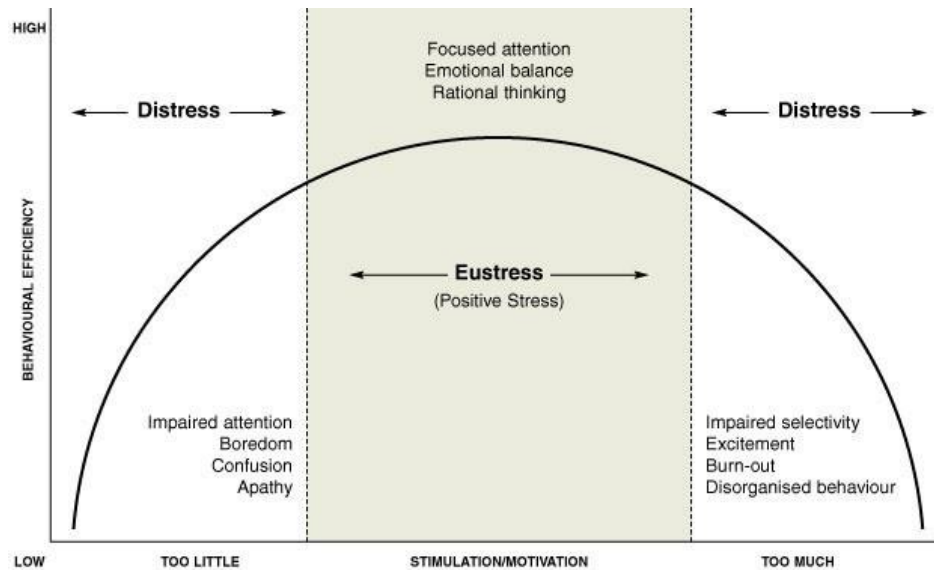
3.1 Fyziologie stresu

3.1.1 Definice stresu, eustres a distres

Stres je definován jako reakce organismu na stresory, které ohrožují jeho vnitřní rovnováhu (Budzyńska 2014). Podle Le Fevre et al. (2003) je stres nespecifická odpověď těla na jakýkoliv požadavek kladený na tělo a je nevyhnutelný následek žití. Pokud je organismus postaven ke stresové situaci, navzdory typu nebo intenzitě stresu, může při opakování dojít k návyku a odolnosti vůči stresu. Pokud je však adaptace neadekvátní stresové výzvě, zvyšuje se citlivost na stres a mohou se vyskytnout chronická fyzická onemocnění (Wong et al. 2011). Stres může mít pozitivní i negativní účinky na tělo a pomáhá zvířeti se vyrovnat s rutinními krátkodobými stresory. Tyto stresory za určitých okolností mohou zvýšit výkon, ale za jiných okolností ho mohou naopak zhoršit (Bartolomé & Cockram 2016). Změny ve zvířecí fyziologii v reakci na stres a management byly studovány již dříve. Tyto změny mohou v krátkém časovém období být prospěšné, ovšem chronický stres způsobuje chronickou sekreci glukokortikoidů, které mohou negativně ovlivnit imunitní a reprodukční systém, způsobit ulceraci žaludku nebo pozastavit růst (Malinowski et al. 1990).

Eustres a distres byly původně zahrnuty v rozšířenější definici stresu, ale byly uznány za odlišné a zřetelně se od sebe oddělily. Distres nastává, pokud požadavek kladený na tělo (v širším slova smyslu lze za takový požadavek považovat jak fyzický, tak psychický aspekt) převyšuje schopnost těla vynakládat energii pro udržení homeostázy. Tento stimul může být vnímaný jak příjemný, tak nepříjemný. Pokud lze všechnen stres rozdělit na eustres a distres, tak distres je reprezentován příliš velkým nebo naopak příliš malým požadavkem. Eustres bude reprezentován jako to množství stresu, které leží mezi příliš velkým a příliš malým, tím pádem optimální úroveň stresu. Koncept optimálního množství stresu indikuje, že stoupající stres má pozitivní vliv na výkon do té doby, než je dosažen určitý bod, po kterém je stres příliš velký a výkon tak klesá. Toto je vyjádřeno diagramem ve tvaru obráceného U (Obr.1) (Le Fevre et al 2003). Tento diagram reprezentuje Yerkes - Dodsonův zákon. Tento zákon popisuje vztah stresu a výkonu vzhledem k náročnosti úkolu (Calabrese 2008). Jako distres lze označit i takovou stresovou situaci, kdy je narušena rovnováha organismu a na její zachování musí být přesunuty "zdroje" od jiných biologických funkcí zvířete, jako je například reprodukce nebo růst (Bartolomé & Cockram 2016).

Podle Sanford et al. (1986) lze dále rozlišovat na stres a krátkodobý adaptivní fyziologický stres. Během stresu si zvíře pravděpodobně uvědomuje, že vyvíjí úsilí reagovat na podnět. Zatímco během fyziologického stresu si ho zvíře neuvědomuje, protože reakce nastává pouze na homeostatické úrovni (Sanford et al. 1986).



Obr.1: Diagram stresu. Zdroj: Warner Jon. 2012. Stress Diagram. Stress / Pressure control, topic diagrams. Available from: <https://blog.readytomanage.com> (accessed December 2023).

3.1.2 Průběh stresové reakce

Podněty, které mohou pro organismus být stresující, jsou hodnoceny kognitivním a/nebo emočním systémem, a mohou vyvolat různé změny v chování, metabolismu a neuroendokrinních systémech ve snaze maximalizovat pravděpodobnost úspěchu zachování rovnováhy. Zvířata se vyrovnávají se svým prostředím pomocí behaviorálních i fyziologických reakcí (změny parametrů jako je tepová frekvence, tělesná teplota, hormony a další krevní indikátory). Tyto změny mohou nastat nejen v reakci na bezprostřední podnět, ale také na dlouhodobý problém. Akutní příznaky stresu mohou zahrnovat behaviorální úlekové reakce, zvýšení tepové a dechové frekvence (Budzyńska 2014). Pro koně je nejčastější a nejpřirozenější reakcí útěk (Hanák & Olehla 2010). Změny hladiny hormonů, například kortizolu, mohou být příznaky jak akutního, tak chronického stresu. Chronické příznaky stresu mohou zahrnovat reprodukční problémy, žaludeční vředy, zvýšenou náchylnost k onemocnění, pokles tělesné hmotnosti anebo rozvoj abnormálního chování, jako například stereotypie (Budzyńska 2014).

Původně byla stresová osa srovnávána pouze s HPA osou ("hypothalamic-pituitary-adrenal", neboli hypothalamus-hypofýza-nadledviny). Novější výzkumy ale ukazují, že je to příliš limitující definice. Podle těchto výzkumů se do stresové osy zapojují jako první senzory zaznamenávající stresující stimul, které se přes míchu dostanou do zapojených částí mozku (limbický systém, hypothalamus a mozková kůra). Odtud se teprve aktivuje HPA osa (Wong et al. 2011).

Kromě HPA osy se na stresové reakci podílí i SAM osa (sympathetic – adrenal – medullary). Tyto osy jsou často aktivovány souběžně a interagují během stresových situací. Studie zkoumající akutní nebo chronický stres hodnotí jednu nebo více těchto cest. Parametry osy SAM jako je hodnocení tepové frekvence, popř. variabilita srdeční frekvence a endokrinní parametry jako jsou hladiny kortizolu nastávají při akutním stresu. Ačkoliv znalost a zjišťování chronického stresu je důležité pro zajištění dobrého welfare koní, jeho

hodnocení je složité. Nejčastěji jsou k jeho hodnocení využívány behaviorální měřítka a funkce osy HPA, ale jedná se pouze o potencionální chronický stres (Sauer et al. 2019).

3.1.3 Stresové hormony

Hormony jsou organičtí chemičtí poslové, kteří jsou produkováni a uvolňováni speciálními žlázami, zvanými endokrinní. Slovo endokrinní pochází ze spojení řeckých slov endon, což znamená “uvnitř” a krinein, což znamená “uvolňovat”. Slovo hormon pochází také z řečtiny a znamená “vzrušovat” (Mills 2010).

Je prokázáno, že stres zvyšuje neuroendokrinní hormony, zejména glukokortikoidy a katecholaminy, ale do určité míry také prolaktin, růstový hormon (GH) nebo nervový růstový faktor (NGF) (Marketon & Glaser 2008).

Hlavním stresovým hormonem je kortizol. Je vylučován z kůry nadledvin (King & Hegadoren 2002). Po aktivaci osy HPA stimulací jak fyzickou z periférií pomocí cytokinů, tak psychickou, se zvýší produkce CRH (corticotropin-releasing hormone) z paraventriculárního jádra hypotalamu (Marketon & Glaser 2008). CRH stimuluje hypofýzu, která zvýší produkci adrenokortikotropního hormonu (ACTH). ACTH obratem stimuluje kůru nadledvin, která zvýší produkci glukokortikoidu kortizolu (Obr. 2) (King & Hegadoren 2002). Mezi glukokortikoidy patří dále: kortikosteron, kortizon a 11-dehydrokortikosteron (Reece 2011). Když je aktivovaná HPA osa, produkce kortizolu se oproti normálním podmínkám může zvýšit nejméně desetkrát. Při takto vysoké hladině kortizol interaguje s glukokortikoidními receptory, přičemž se předpokládá, že má kortizol vliv na momentální přežití akutní stresové situace tím, že:

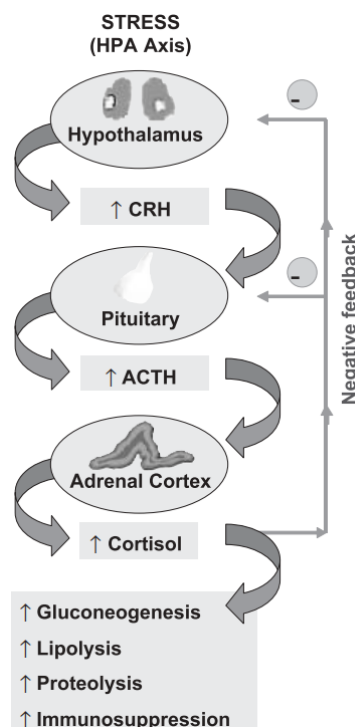
1. Zvýší přísun glukózy a kyslíku do kosterní svaloviny a srdce, aby tak usnadnil útěkovou reakci, a do mozku, aby se usnadnilo krátkodobé zapamatování,
2. Potlačí reprodukční, trávicí a imunitní funkce, aby se šetřila energie
3. Podpoří analgezii
4. Aktivuje periferní autonomní systém (King & Hegadoren 2002).

Ke zvýšení glukózy kortizol přispívá tím, že stimuluje štěpení svalových bílkovin na aminokyseliny, které vychytávají játra z krevního řečiště a podporuje metabolismus mastných kyselin více než metabolismus sacharidů, čímž šetří glukózu pro mozek. Dalším významným účinkem je tlumení zánětlivých reakcí, na druhou stranu kortizol působí na fibroblasty v kůži a zpomaluje proces hojení ran (Massányi et al. 2023). Zvyšující se hladina kortizolu působí jako negativní zpětná vazba, díky které dochází k potlačení další stimulace CRH a ACTH. V laboratorních podmínkách bylo prokázáno, že po ukončení působení stresoru trvá dalších 15-20 minut, než začne hladina kortizolu klesat (King & Hegadoren 2002). Kortizol zprostředkovává dlouhodobé stresové odpovědi, které mohou vyvolat nemoci, pokud se stres opakuje (Wong et al. 2011).

Dalšími stresovými hormony jsou katecholaminy (adrenalin a noradrenalin) (Marketon & Glaser 2008). Na rozdíl od kortikosteroidů (kortizol a kortikosteron) se předpokládá, že adrenalin zprostředkovává krátkodobé odpovědi na stresory (překonání stresoru pomocí “fight-flight response”, neboli “bojuj nebo uteč”) (Wong et al. 2011). Jsou uvolňovány díky aktivaci sympatického nervového systému. Aktivace sympatického nervového systému vede k sekreci acetylcholinu z pregangliových vláken v dřeni nadledvin. To indukuje sekreci adrenalinu do

krevního oběhu (Marketon & Glaser 2008). Sekrece noradrenalinu probíhá díky sympatickým gangliím, tato sekrece nabývá velkého množství. Hlavní sekrece adrenalinu probíhá z dřeně nadledvin. V dřeni se nachází buňky se zásobárnou adrenalinu, který lze snadno pustit do krevního oběhu. Sekrece určitého množství adrenalinu a noradrenalinu je indukována také HPA osou (Wong et al. 2011).

Oxytocin je neuropeptid skládající se z devíti aminokyselin. Je produkován hypotalamem a má důležitou roli v sociálním chování, včetně reprodukce a rodičovského chování. Oxytocin je dále zodpovědný za příčiny a zároveň účinky pozitivních sociálních interakcí, které vedou k celkovému pocitu psychické pohody. Během tohoto je zodpovědný za tlumení sympatických reakcí nervového systému, jako například krevní tlak a srdeční tep. Oxytocin má také antistresové účinky, protože snižuje glukokortikoidní stresové hormony a je spojován se zvýšením funkcí parasympatiku (Malinowski et al. 2018). Podle Reece (2011) je hlavní rolí oxytocinu spuštění laktace a kontrakcí dělohy při porodu nebo ovulaci.



Obr. 2: HPA osa. Zdroj: King SL, Hegadoren KM. 2002. Stress Hormones: How Do They Measure Up? *Biological Research For Nursing*. Sage Journal 4:92-103.

3.1.4 Měření stresu

Kortizol je možné měřit v moči, krevní plazmě a ve slinách. Kortizol ve slinách je novější metoda měření než v moči a plazmě, je ale stejně citlivým měřítkem stresu jako močový a plazmový kortizol (King & Hegadoren 2002). Odběr krve způsobuje u koní další napětí (Massányi et al. 2023). Slinný kortizol pozitivně koreluje s hladinou kortizolu v krvi (Obr. 3) (Lebelt et al. 1996). Kortizol ve slinách pravděpodobně koreluje s hladinou volného plazmatického kortizolu než s celkovou plazmatickou koncentrací kortizolu. Dalšími alternativními metodami je měření hodnot kortizolu ve výkalech a v mléce (Budzyńska 2014). Dále je možné měřit koncentrace vlasového kortizolu v srsti, hřívě a ocasu (Jolivald et al. 2023).

Doplňkovou metodou může být i měření leukocytárních profilů – zvýšení produkce glukokortikoidů má za následek charakteristické změny v leukocytární složce imunitního systému (Davis et al. 2008). Další alternativou je zjištění změn v počtu mrknutí oka a záškubů v očním víčku během akutního stresu (Massányi et al. 2023). U očí se dá měřit jejich teplota pomocí infračervené termografie, protože změna teploty oka koreluje se slinným kortizolem. Jedná se tedy o další neinvazivní metodu (Yarnell et al. 2015).

Kortizol je v játrech metabolizován na tetrahydrokortizon a jen malé množství kortizolu se dostane do moči, většinu tvoří právě tetrahydrokortizon. Tetrahydrokortizon je lépe čitelný a měřitelný ve vzorcích moči, než je samotný kortizol. Nicméně kortizol a jeho metabolit se vylučuje pomalu společně s tím, jak se plní močový měchýř. Pro celkový přehled aktivity osy HPA je nutné odebrat moč po 24 hodinách od pokusu, což ale může být náročné dokončit. Z těchto důvodů většina studií měří kortizol v plazmě nebo slinách.

V plazmě se nachází vázaný a volný kortizol. 90 % kortizolu je navázáno na plazmové proteiny, přičemž největší část je navázána na kortikosteroidy vázající globulin a menší část na albumin. Tím pádem se v plazmě normálně nachází méně než 10 % nevázaného a biologicky aktivního kortizolu. Celková hladina kortizolu zahrnuje jak vázaný, tak volný kortizol a často se užívá v literatuře. Nicméně celková hladina kortizolu může být zavádějící, pokud jsou individuální rozdíly v hladině nebo aktivitě kortikosteroidy vázajícího globulinu. Odpověď osy HPA na stresor trvá pár minut a než se kortizol projeví ve vzorku odebíraného z periferií může trvat minimálně 7 minut (King & Hegadoren 2002). Běžná hodnota kortizolu bez stresových podmínek je zhruba 3,50 ng/ml (Massányi et al. 2023).

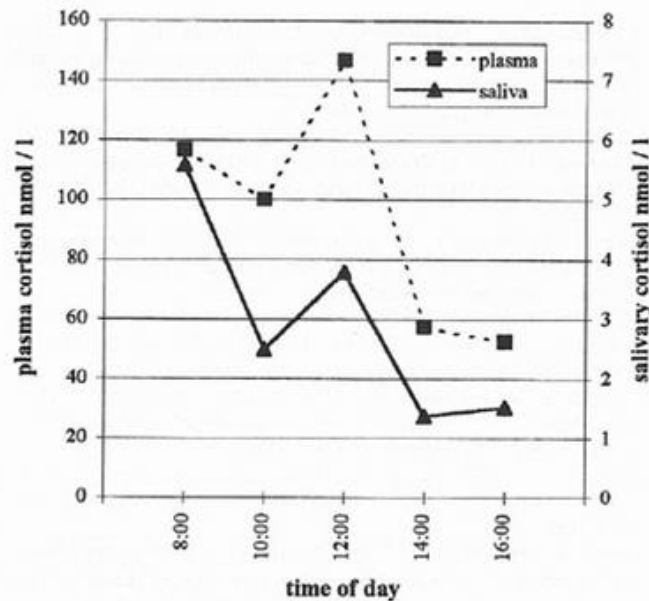
Při měření stresových hormonů je důležité brát v úvahu jejich denní a sezónní výkyvy. Některé studie uvádějí cirkadiánní (denní) a cirkanuální (roční) rytmy sekrece ACTH a kortizolu. Cirkadiánní rytmus sekrece stresových hormonů může být narušen, pokud se změní denní režim koní nebo jsou koně přesunuti z obvyklého prostředí (Budzyńska 2014).

Hladiny stresových hormonů se mohou měnit i v závislosti na stáří koně. Dochází k tomu díky snižování citlivosti PA (hypofýza-kůra nadledvin) osy. Jedná se o častý úkaz. Jedna z hypotéz, proč ke snižování citlivosti dochází, je vystavení oxidativnímu stresu. Toto snižování citlivosti může být faktorem pro vznik chronické laminitidy a také díky tomu dochází k oslabení imunitního systému koně. Zvýšené vystavení kortikosteroidům vede ke snížené koncentraci lymfocytů (Donaldson et al. 2005). Starší koně také vykazují méně behaviorálních projevů emocí vůči stresujícím stimulům. Naznačuje to, že staří koně mají větší sebekontrolu, než mladí koně. Tato sebekontrola může vycházet z procesu získávání a vyhodnocování informací z prostředí. Stárnutí, potažmo zkušenost, pomáhá koním učit se a generalizovat, což vede k tomu, že se koně stávají méně reaktivními na nové a neznámé předměty. Dochází u nich ale ke zvýšení aktivity sympatického nervového systému, která vede ke zvýšení srdečního tepu (Baragli et al. 2014).

Měření koncentrace vlasového kortizolu (HCC – hair cortisol concentration) je metoda, kterou se dá měřit chronický stres. HCC nabízí přehled chronické aktivity osy HPA během růstu hřívy z jediného měření. Vlasový kortizol nepodléhá výkyvům v důsledku cirkadiánních rytmů a akutních stresorů. HCC je ale spojen s řadou osobnostních rysů souvisejících s behaviorální reaktivitou vůči stresorům, tendencí k agonistickému chování nebo submisivním chováním. Jeho potenciál je tedy zjistit, jestli je osobnost koně spojena s dlouhodobými požadavky na jejich organismus. HCC ovlivňuje několik faktorů. Například věk jím ale není. Při narození je

sice HCC vyšší a v raném věku klesá, ale u vzorků od dospělých koní nebyl nalezen žádný vztah mezi koncentrací vlasového kortizolu a věkem. Ovlivňujícím faktorem je anatomická lokace, ze které byl vzorek odebrán. Jsou zjištěny rozdíly v HCC u trvalých (hřívá a ocas) a dočasných (srst) vzorků. Dále jsou rozdíly mezi žíněmi z hřívá a ocasem a u vzorků srsti se liší opět podle anatomické lokaci. HCC pravděpodobně neovlivňuje pohlaví odebíraného koně ani jeho zbarvení srsti (Jolivald et al. 2023).

Pro vyvolání kortizolové odpovědi je možné například intramuskulárně aplikovat syntetický ACTH – synacten neboli tetrakosatrin (Clothier et al. 2022).



Obr. 3: Graf hladiny kortizolu v plasmě a ve slinách. Zdroj: Lebelt D, Schönreiter S, Zanella AJ. 1996. Salivary cortisol in stallions: the relationship with plasma levels, daytime profile and changes in response to semen collection. *Pferdeheilkunde* **12**:411-414.

3.1.5 Krátkodobý stres

Krátkodobý neboli akutní stres můžeme rozdělit do několika fází. Massányi et al. (2023) rozlišuje pouze tři fáze stresové reakce, a to poplachovou, adaptační a fázi vyčerpání. Podle Hanák & Olehla (2010) jsou fáze čtyři – fáze alarmová, fáze specifických alarmových reakcí, fáze rezistence a fáze vyčerpání. Tyto fáze jsou rozepsány níže:

První je fáze alarmová, která je vyvolána náhlým narušením homeostatické rovnováhy stresorem (např. zátěží). Je doprovázena podrážděním nervové soustavy a vyplavením hormonů adrenalinu a noradrenalinu z dřeně nadledvin (Hanák & Olehla 2010). Katecholaminy způsobují zvýšení krevního tlaku, dále zvýšení glykogenolýzy a lipolýzy, které poskytují metabolické substráty pro svalovou práci. Katecholaminy také aktivují systém CRH-ACTH-kortizol. Tento systém zvyšuje sekreci kortizolu (Massányi et al. 2023). Účelem je vyvolat co nejmenší možné narušení vnitřní rovnováhy organismu. Zvýší se tepová frekvence, plicní ventilace a zrychlí se krevní cirkulace. Tato reakce bývá zpravidla větší, než by bylo pro potřebný výkon nutné, po ní tedy přichází druhá reakce, tzv. anti šok. Během ní se sníží

neadekvátní reakce alarmovaných soustav a přiblíží se potřebám výkonu. Při této reakci hrají důležitou roli kortikoidy z kůry nadledvin.

Další je fáze specifických alarmových reakcí. Ta probíhá na základě hormonálních a nervových regulací po ose CNS-hypofýza-nadledviny-výkonné tkáně a orgány.

Třetí je fáze rezistence. Jestli že se stresory v průběhu procesu tréninku opakují, vytvoří si organismus odolnost na příslušný druh zátěže a nastává adaptace. Na standartní zátěž pak organismus reaguje menší reakcí (Hanák & Olehla 2010). Během adaptační fáze se opět aktivuje systém CRH-ACTH-kortizol. Kortizol má glukoneogenní a lipolytické účinky a je důležitý pro zásobování těla energií. Schopnost odolávat stresu je v této fázi nejvyšší (Massányi et al. 2023)

Poslední je fáze vyčerpání neboli exhauce. Tato fáze může nastat už během fáze alarmové. Pokud selhávají regulační mechanismy díky neadekvátně vysoké zátěži během první fáze, může se akutní únava vyvinout v akutní vyčerpání celého organismu, také označované jako přepětí nebo zchvácení. Typickým znakem je snížení obranyschopnosti a selhání obraných mechanismů. Následkem může být poškození organismu nebo smrt z důvodu akutního selhání ledvin. Pokud organismus přechází do poslední fáze z fáze rezistentní, dochází k zátěži se zbytky akutní únavy z předchozího zatížení. Tyto zbytky únavy akutní se postupně sčítají až vznikne chronická únava. Toto může přejít do chronické únavy organismu, která je typická chronickým selháním kůry nadledvin, což znamená dlouhodobé selhání regulačních systémů. To může vést k poruše vodního a elektrolytového metabolismu, snížení odolnosti organismu a degenerativním změnám v tkáních a orgánech. (Hanák & Olehla 2010).

3.1.6 Dlouhodobý stres

Když není obnovena homeostatická rovnováha organismu, tělo zažívá chronický stres, který může vyvolat chronickou aktivaci endokrinního systému. Po zranění, intenzivní fyzické aktivitě nebo psychické zátěži se u koní může vyvinout stresová reakce, která pravděpodobně může souviset spíše s bolestí než s reaktivitou. Míra vnímané bolesti závisí jak na její intenzitě, tak na psychickém stavu jedince v době těchto podnětů. Sportovní koně mohou vydržet soutěžit i se zraněními, jelikož vzrušení ze soutěže je větší, než snaha zastavit a jít proti jezdcí. Může se jednat o stresem indukovanou analgezií, která se popisuje jako “vestavěná savčí potlačovací reakce na bolest”, ke které dochází během nebo po vystavení stresujícímu podnětu. Toto může vést například k různým patologiím končetin a svalů, jako je desmitida, degenerativní onemocnění kloubů, synovitida, zánět šlachové pochvy digitálního flexoru, únavové zlomeniny nebo sakroiliakální bolest (Bartolomé & Cockram 2016). Například častý dlouhodobý transport koně a tím i dlouhodobý stres může ovlivnit imunitní funkce koní (Massányi et al. 2023).

3.1.7 Adaptace na stres

Coping nebo strategie zvládání stresu je definovaná jako behaviorální a fyziologické úsilí zvířete o zvládnutí situace. Na individuální úrovni je adaptace závislá na regulačních systémech organismu, které pomáhají zvířeti se vyrovnat s podmínkami prostředí (Budzyńska 2014).

Dalšími faktory, které ovlivňují schopnost jedince se vyrovnat se stresory, jsou genotyp, vývoj, raná zkušenost, sociální podpora a další (Koolhaas et al. 1999).

Chování je důležitý způsob, jakým se zvíře může adaptovat na podmínky vytvořené člověkem. Mohou vykazovat normální, ale nežádoucí reakce na nedostatky prostředí. Specifická reakce může být i pokusem zvířete získat kontrolu nad prostředím, například rozvojem stereotypií. Za nežádoucí chování jsou označovány i reakce, které jsou pro danou situaci nevhodné nebo nebezpečné. Výskyt negativních reakcí v souvislosti s jízdou na koni (například kopání, kousání, házení hlavou, vzpínání) je spíše spojován s problémy v kvalitě vztahu koně a člověka, které v koni vyvolávají nekontrolovanou fight-flight reakci než se špatným mechanismem chování ve snaze se adaptovat (Budzyńska 2014).

Adaptace je soubor změn dějů v organismu, které nastávají v průběhu různě dlouhých časových jednotek, od dnů až po několik let. Jedná se o přizpůsobení funkcí a struktur, které vede k tomu, že při opakování specifických podnětů se zmírňuje bouřlivá reakce organismu, protože na tyto specifické podněty vzniká adaptace. Například trénink je modelovým příkladem adaptace organismu na zátěž, jelikož je zátěž plánovaná a organismus je systematicky zatěžován, přičemž se zvyšuje intenzita a frekvence zátěže, což vede k maximální výkonnosti jedince (Hanák & Olehla 2010).

Podle Wechsler (1995) existují čtyři strategie copingu. První je útěk, čili zbavení se averzivního stimulu pomocí zvětšení vzdálenosti mezi jedincem a stimulem. Další je odstranění averzivního stimulu. V tomto případě se zvíře aktivně snaží stimul odstranit, během čehož může být agresivní, obzvláště pokud jej situace frustruje. Pokud je averzivní situace následkem absence stimulu, dochází k exploračnímu chování a zvíře se snaží najít chybějící stimul. Tato strategie je běžná při hledání potravy nebo vody, pokud k nim má zvíře omezený přístup. Poslední strategií je čekání, dokud se averzivní situace sama nezmění. K této strategii dochází, pokud není zvíře schopné uniknout ani odstranit stimul. Zvíře tedy radši ušetří energii. Tyto zvířata působí apaticky. Tento fenomén je známý jako naučená bezmocnost (Wechsler 1995).

Podle stylu zvládání stresových situací (copingu) lze zvířata dělit do dvou skupin: aktivní “copers” (proaktivní) a pasivní “copers” (reaktivní). Aktivní styl zvládání stresu znamená, že se zvíře snaží působit na stresor (Budzyńska 2014). Nagy et al. (2009) ve svém pokusu zjistila, že kontrolní skupina koní spadala do aktivních “copers”, protože každý z těchto koní se několikrát pokusil dostat ke kyblíku se žrádlem, který byl daný mimo jejich dosah. Naopak klkající koně, na které byla tato studie zaměřena, spadali mezi pasivní “copers”. Tito koně nevykazovali žádnou motorickou aktivitu ve snaze se dostat ke kyblíku a s touto stresovou situací se vyrovnali pasivně – tedy klkáním. Dřívější studie naznačují, že klkající koně jsou citlivější na stres a fyziologicky i psychologicky méně adaptivní než kontrolní koně (Nagy et al. 2009). Jiná studie prokázala, že pokud lze koně rozdělit na koně bojácné, středně bojácné a nebojácné, tak bojácní koně reprezentovali aktivní styl zvládání, naopak nebojácní demonstrovali spíše pasivní styl. Kombinace použití behaviorálních a subjektivních metod (například dotazníkové hodnocení zkušeným ošetřovatelem) poskytuje lepší vhled do chování koní a jejich stylu zvládání stresu. Toto může poskytnout i více informací o interakcích mezi člověkem a koněm a může to být důležité pro snížení nehod, obzvláště pak předpovídáním nebezpečného “nepředvídatelného” chování koní v souvislosti s aktivní reakcí na stresor.

Styly zvládání se nevyznačují pouze rozdíly v chování, ale také ve fyziologii (například tepová frekvence) a neuroendokrinologii (například adrenokortikotropní hormon (ACTH) nebo

kortikosteron). Tato diferenciace koreluje s diferenciací v reaktivitě HPA osy. Diferenciace je pravděpodobně způsobená stylem zvládnání, než příčinou (stresorem). Aktivní styl je z fyziologického hlediska charakterizován kromě aktivní behaviorální reaktivity (“fight-flight response”), převahou sympatické aktivity, která se projevuje nejen plazmatickými hladinami adrenalinu a noradrenalinu, ale také zvýšenou srdeční frekvencí a krevním tlakem, a nízkou nebo střední reaktivitou osy HPA. Pasivní styl zahrnuje behaviorální inhibici (například nižší lokomoce, nehybnost, zmrazení), vysokou parasympatickou aktivitu, která je charakterizována bradykardickou reakcí, a vysokou reaktivitu HPA osy (Budzyńska 2014). Podle Bartolomé & Cockram (2016) je při aktivním stylu stimulován sympatický nervový systém a při pasivním je převaha stimulace parasympatického nervového systému.

Psychoneuroimunologie je nová multidisciplinární oblast studia, která spojuje behaviorální faktory, CNS, endokrinním a imunitním systémem. Je známo, že chronický stres vyvolává imunitní supresi a zvyšuje náchylnost k onemocnění. V první poplachové fázi mohou stresory stimulovat aktivitu imunitního systému. To je první krok stresem vyvolaných změn imunitní aktivity. Další je středně dlouhý stres, přičemž se imunitní aktivita sníží zpět na původní úroveň. Posledním krokem je chronický stres a imunosuprese. Souvislost se styly zvládnání je taková, že pasivní “copers” mají nižší buněčnou imunitu, ale vyšší humorální imunitní reakci ve srovnání s aktivními “copers”. Toto bohužel potvrzuje jen malý počet studií (Budzyńska 2014).

Řada experimentů nalezla důkazy, že aktivní “copers” jsou náchylnější k rozvoji různých kardiovaskulárních patologií, jako je hypertenze, ateroskleróza a tachyarytmie, a to kvůli vysoké reaktivitě sympatiku.

Ovladatelnost stresoru je důležitým faktorem při tvorbě žaludečních vředů. Pokud jsou zvířata schopna aktivně kontrolovat nebo předvídat stresor, nebo svoji pozornost od stresoru odvést, pak je rozvoj vředů nízký (Koolhaas et al. 1999).

3.2 Smysly

Smyslovým aparátem zvíře získává informace o svém okolí. Většina obratlovců vnímá zrakem, sluchem, čichem, chutí a hmatem, ačkoliv některé druhy mají další způsoby, například magnetorecepce u ptáků nebo echolokace u netopýrů. To, jak jsou tyto informace zpracovány, interpretovány a vědomě prožity, se označuje jako vnímání. Vnímání může být jak zpracování informací získaných smysly, tak procesy související s kognicí, které jsou ovlivněny znalostmi a zkušenostmi. Kůň a člověk sdílí pět základních smyslů, ovšem jejich rozsahy a ostrost se liší. Díky tomuto je nepravděpodobné, že by koně vnímali okolí stejně jako lidé. Lepší porozumění smyslovým možnostem koně je důležité pro interakce mezi koněm a člověkem, pro vědu zabývající se koňmi i pro pozitivní welfare koní. Ačkoliv byli koně v minulosti popisováni jako jedni z nejnímavějších zvířat, výzkum jejich smyslových možností je omezený. Studie se zaměřují nejvíce na sluch a zrak. Čichem a hmatem (hmat je hlavní komunikační prostředek mezi člověkem a koněm) se zabývá velmi málo studií (Rørvang et al. 2020).

3.2.1 Zrak

Zrak je nejvíce studovaným smyslem u koní. Největší pozornost se věnuje barevnému vidění, vnímání hloubky a zrakové ostrosti. Ale například interokulární přenos (schopnost přizpůsobit se stimulu viděným pouze jedním okem), relevantní pro ježdění a vedení koní, není příliš vědecky prozkoumaný (Rørvang et al. 2020). Podle Hanggi et al. (2007) bylo dříve dokázáno, že koně jsou schopni rozeznat předmět jedním okem, pokud ho předtím viděli druhým okem a interokulární přenos jim je vlastní.

Anatomie oka

Oko je párový orgán, který se skládá z oční koule (Obr. 4) a přídatných orgánů oka (Marvan et al. 2017). Koňské oko patří mezi největší mezi suchozemskými obratlovci (Roberts 1992).

Oční koule

Stěna oční koule se skládá ze tří vrstev, a to z vnitřní nervové vrstvy, střední cévní vrstvy a povrchové vazivové vrstvy. Uvnitř oční koule se nachází čočka, sklivec a komorový mok. (Marvan et al. 2017). Čočka se nachází mezi sklivcem a rohovkou. Pomocí závěsného aparátu je upevněna na řasnaté těleso. Snižováním a zvyšováním napětí závěsného aparátu dochází k akomodaci čočky a tím zaostřování na předmět. Tato schopnost je u domácích zvířat omezená (Reece 2011). Sklivec je rosolovitá a průhledná hmota, skládající se z prostorové sítě vláken. Vlákná se na povrchu zahušťují a tvoří obal. Tato síť je vyplněna sklivcovým mokem. Komorový mok vyplňuje oční komory. Je produkován řasnatým tělesem a podobá se mozkomíšnímu moku (Marvan et al. 2017).

Vnitřní vrstva oční koule

Vnitřní vrstvu tvoří sítnice. Ta se dělí na zrakovou část a nervovou část. V nervové části se nachází zrakové buňky – tyčinky a čípky. Tyčinky umí zachytit i nejmenší množství světla, jsou proto uzpůsobené vidění za šera a převládají u nočních zvířat. U denních zvířat převládají čípky, které umožňují barevné vidění (Marvan et al. 2017). Místo nejostřejšího vidění se u koní nazývá “vizuální proužek” (Harman et al. 1999). V místě, kde do oka vstupuje zrakový nerv, se nenachází ani tyčinky, ani čípky. Nazývá se slepá skvrna (Marvan et al. 2017).

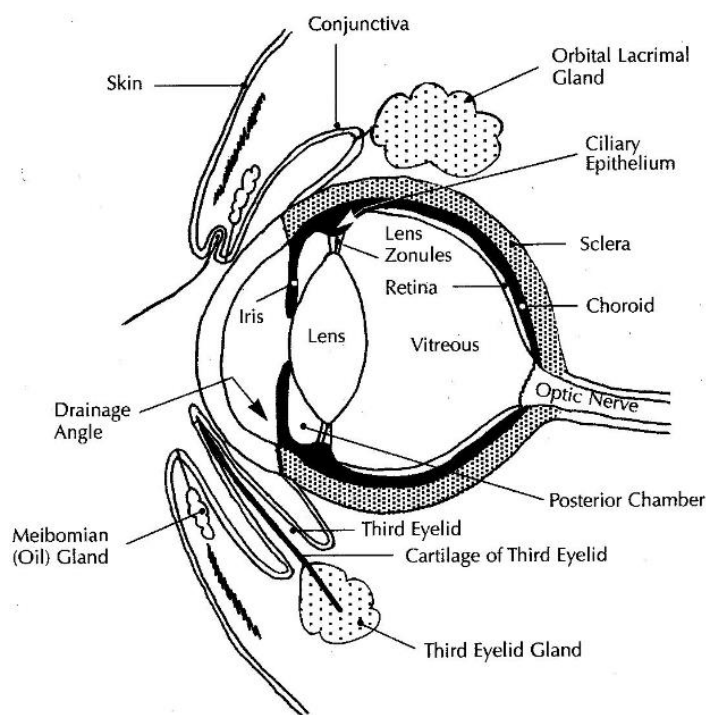
Cévní obal oční koule

Cévní obal tvoří cévnatka, řasnaté tělísko a duhovka (Reece 2011). Cévnatka tvoří zadní část obalu. Nachází se zde lesklé políčko, které odráží světlo, opakovaně dráždí sítnici a umožňuje tím lepší vidění v šeru (podněcuje tzv. svícení očí). Řasnaté těleso je pokračováním cévnatky a tvoří sval, který pomáhá akomodaci čočky k ostrému vidění. Dále řasnaté těleso produkuje komorový mok (Marvan et al. 2017). Duhovka je zbarvená část oka, která reguluje,

kolik světla pronikne do oka. Její otvor se nazývá zornice. U koní je zornice umístěna horizontálně (Reece 2011).

Vazivový obal oční koule

Vazivový obal je tuhý, dělí se na větší část bělimu a menší část rohovku. Bělma je bílé barvy, zaujímá přibližně 4/5 povrchu a upínají se do ní okohybné svaly. Tvoří jí kolagenní vazivo. Rohovka je průhledná a bezbarvá, takže snadno propouští světelné paprsky, tvoří zbývající 1/5 povrchu. Je neustále svlažována slzami, které ji chrání před vyschnutím (Marvan et al. 2017).



Obr. 4: Anatomie koňského oka. Zdroj: Sauter D, D.V.M. 2015. The Amazing Equine Eye. Available from: <https://nwhorse.com/the-amazing-equine-eye/> (Accessed April 2024)

Přídavné orgány oka

Přídavné orgány oka (Obr. 5) tvoří ochranu oka a poskytují mu podporu (Marvan et al. 2017).

Očnice a obočnice

Očnice je dutina v povrchu lebky, kde je uloženo oko a většina přídavných orgánů. U koně tvoří kostěný prstenec a je plně ohraničená. Obočnice vystylá očnici. Je to tuhá vazivová blána. Mezi obočnicí a oční koulí se nachází malé množství tuku, které pomáhá tlumit nárazy (Marvan et al. 2017).

Okohybné svaly a oční povázky

Okohybné svaly jsou příčně pruhované svaly. Dělí se na přímé a šikmé. Přímé svaly jsou čtyři, upínají se na bělimu a otáčejí oční kouli ve čtyřech základních směrech. Šikmé svaly jsou dva a otáčejí oční kouli střídavým smršťováním. Oční povázky jsou dvě a pomáhají upevnit oční kouli v očníci. Povrchová povázka leží na obočnici a hluboká povázka obaluje okohybné svaly (Marvan et al. 2017).

Víčka

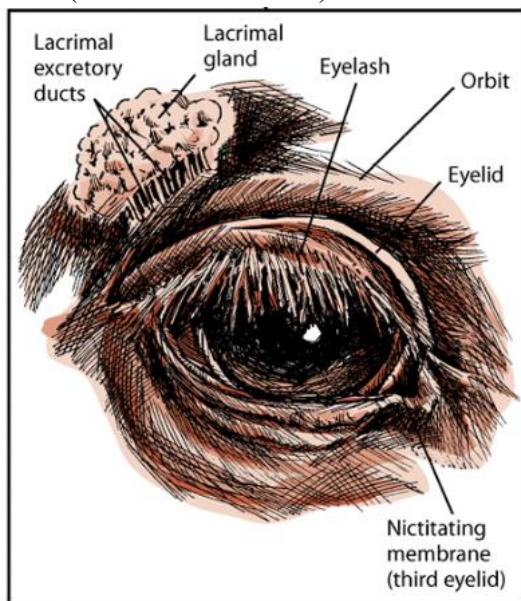
Víčka chrání oko před nepříznivými vnějšími vlivy. Horní a spodní víčka se setkávají v mediálním a laterálním očním koutku. Povrch je kryt kůží a z vnitřní strany kryje víčko spojivka. Z hrany víčka vyrůstají řasy, které tvoří mechanickou ochranu oka (Marvan et al. 2017).

Spojivka

Spojivka je tenká vrstva sliznice, která zevnitř kryje víčka a přechází na rohovku. Při zavření víček tvoří spojivkový vak. U zvířat tvoří ještě třetí víčko, které se nazývá mžurka. Je to úzká duplikatura spojivky ve vnitřním koutku. Při zavření víčka překrývá část vnitřní poloviny oční koule. V mediálním koutku se nachází také slzná bradavka (Marvan et al. 2017).

Slzné ústrojí

Slzná žláza produkuje slzy, které jsou vylučovány vývody do dorzální části spojivkového vaku. Úkolem slz je neustále omývat rohovku a chránit ji před vyschnutím. Po omytí oka se slzy shromažďují u slzné bradavky v mediálním koutku oka a tvoří zde slzné jezírko. Odsud jsou odváděny do dutiny nosní (Marvan et al. 2017).



Obr. 5: Přidatné orgány oka. Zdroj: Gelatt KN, VMD, DACVO. 2019. Eye structure and function in horses. Department of Small Animal Clinical Sciences, College of Veterinary Medicine, University of Florida. Available from: <https://www.merckvetmanual.com/horse-owners/eye-disorders-of-horses/eye-structure-and-function-in-horses> (Accessed April 2024)

Zorné pole a zraková ostrost

Během vývoje koní bylo upřednostněno více panoramatické zorné pole s minimálními binokulárními schopnostmi před zúženým binokulárním viděním, jaké mají predátoři. Maximální rozsah monokulárního vidění je 228° , průměr je ale kolem 195° (Rørvang et al. 2020). Podle Hanggi & Ingersoll (2012) může být maximální rozsah $215\text{--}228^\circ$ a průměrně $190\text{--}195^\circ$. Binokulární pole zabírá pouze $55\text{--}65^\circ$ (Pro porovnání lidské pole binokulárního vidění je 120°). Nachází se před hlavou koně a směřuje dolů. Výsledný vizuální vstup poskytuje úzký, ale panoramatický rozhled, pouze s malým mrtvým úhlem, který se nachází za koněm. Kůň je ale schopen tento mrtvý úhel vykrýt pootočením hlavy. Tato vize zaměřená na horizont má zjevné výhody pro kořist na otevřených pastvinách bez vzdušných predátorů a s nízkou hrozbou zespondu (Rørvang et al. 2020). Rozsah vertikálního zorného pole se u koní udává přibližně 178° (Hanggi & Ingersoll 2012).

Dříve se předpokládalo, že mají koně vynikající zrakovou ostrost. Ale tyto předpoklady byly založeny na starých příbězích, ve kterých se vyprávělo, že arabští koně dokáží rozeznat svého majitele na velké vzdálenosti (Timney & Macuda 2001). V raných studiích zaměřujících se na zrakové schopnosti koní se většina autorů shoduje v tom, že mají koně špatnou zrakovou ostrost, kvůli nízké hustotě čípků v sítnici. Toto bylo potvrzeno pozdějšími studiemi (Rørvang et al. 2020). Hustota gangliových buněk mimo “vizuální proužek” je u koní extrémně nízká (Timney & Macuda 2001). Koně mají horší ostrost než většina ostatních suchozemských savců. Pokud kůň potřebuje zaostřit, obvykle zvedne, sníží nebo nakloní hlavu, aby co nejlépe využil “vizuálního pruhu” (Rørvang et al. 2020).

Rozeznávání barev a hloubky

Dříve se předpokládalo, že barevné vidění je mezi savci kromě člověka vzácné. Dnes ale studie dokazují, že mnoho savčích druhů rozeznává barvy alespoň částečně (Hanggi et al. 2007). Barevné vidění koní je dichromatické, což znamená, že má na sítnici pouze dva typy čípků rozeznávajících barvy. Toto je důležitý aspekt při výběru barvy překážek v parkurovém a všestranném skákání, některé barvy pro ně mohou být hůře rozlišitelné (například zelená překážka na travnaté jízdárně) a může to ovlivnit, s jakou úspěšností překážku překonají (Rørvang et al. 2020). Koně jsou pravděpodobně schopni rozeznat odstíny modré, zelené, červené a žluté od různých odstínů šedé (Hanggi et al. 2007).

Rozeznávání hloubky je jedna z nejdůležitějších zrakových funkcí u zvířat, která se musí pohybovat ve svém prostředí (Timney & Macuda 2001). Studie u koní prokázaly, že koně mají tzv. stereopsi, což znamená schopnost vnímat hloubku a trojrozměrnou strukturu získanou na základě vizuálního vstupu z obou očí. Jedná se tedy jen o předměty v rámci pole binokulárního vidění. To vysvětluje schopnost koní překonat překážky i bez dobré ostrosti vidění (Rørvang et al. 2020). Koně mají vynikající rozeznávání výšky a vzdálenosti. Je to důvod, proč jsou během

překonávání skokových překážek schopni překážku překonat čistě, ale zároveň mezi překážkou a kopyty zůstává minimální mezera (Timney & Macuda 2001).

Noční vidění a adaptace na tmu

Většina znalostí o funkčním vidění v noci je založeno na behaviorálních pozorováních. Například, že koně se nadále pasou, pohybují a interagují i v noci. Mustangové ve volné přírodě jsou schopni cválat po nerovném terénu i v noci za minimálního světla (Hanggi & Ingersoll 2009b). Koňské zorničky se mohou značně rozšířit, aby mohly lépe zachytit fotony v noci. Na sítnici převažují tyčinky (Rørvang et al., 2020). Podle Hanggi & Ingersoll (2009b) jsou tyčinky v poměru k čípkům přibližně 9:1. V zadní části oka se nachází tapetum lucidum (lesklé políčko), které zvyšuje pravděpodobnost zachycení fotonů fotoreceptory, a ještě více tak zvyšuje citlivost (Rørvang et al. 2020). Podle Reece (2011) se světlo po tom, co podráždí receptory, odrazí od lesklého políčka a podráždí receptory podruhé. Světlo poté pokračuje ven z oka a způsobuje světélkování očí (Reece 2011). Díky tomuto mají koně dobré skotoskopické vidění (tj. schopnost vidět za špatných světelných podmínek). Koně například i lépe rozeznávají detaily během zatažených dnů než během jasných dnů, jsou také schopni řešit dvourozměrné úlohy v téměř úplné tmě (Rørvang et al. 2020).

Pozice hlavy

Pozice hlavy a krku jsou důležitými faktory ovlivňující zrakové schopnosti koní. Harman et al. (1999) zkoumala, jestli přílišně vyklenutý krk (dorzoventrální hyperflexe krčních obratlů) schopnosti koně ovlivňuje. Studie upozornila na zrakové deficity, pokud se linie nosu koně směrem k zemi zvětší víc, než 90°. Podle Bartoš et al. (2008), je kůň schopen otáčet oční bulvou, což umožňuje horizontální polohu oka a tím i horizontální vidění i během toho, když je linie koňského nosu vertikální. Kůň není schopen kompenzovat pouze nejextrémnější hyperflexní polohy (Rørvang et al. 2020).

3.2.2 Sluch

Koně vykazují viditelné reakce na zvuky. Obvykle se jedno nebo obě uši natočí ve směru zdroje zvuku. Poprvé se sluchovými schopnosti koní zabývali Heffner & Heffner v roce 1983. Od té doby se překvapivě málo výzkumů zabývalo studií koňského sluchu (Rørvang et al. 2020).

Anatomie ucha

Ucho se dělí na zevní ucho, střední ucho a vnější ucho (Obr. 6). Kromě sluchového ústrojí zde sídlí i rovnovážné ústrojí (Marvan et al. 2017). Vzhledem k zaměření této práce je níže rozebráno pouze sluchové ústrojí.

Zevní ucho

Zevní ucho slouží k zachycování zvukových vln a jejich vedení dále do středního ucha. Začíná ušním boltcem, pokračuje zevním zvukovodem a je zakončený bubínkem.

Ušní boltec je duplikatura kůže, uvnitř se nachází elastická chrupavka. Lze jej rozdělit na pevnou část a volnou část. U koně má volná část úzký tvar a je vzpřímená. Může se ale lehce lišit podle plemene (Marvan et al. 2017). Podle Rørvang et al. (2020) je tvar koňského ucha trychtýřovitý. Uchohybné svaly slouží k ovládání ušního boltce. Díky nim je možné otočit boltcem do všech směrů a lépe tak zachytit zvukové vlny. Lze je dělit na vlastní uchohybné svaly, které začínají i končí na boltci, a na svaly, které na boltec přicházejí z okolí (Marvan et al. 2017). U koně se nachází 10 uchohybných svalů (Timney & Macuda 2001).

Zevní zvukovod je pokračováním ušního boltce. Ze začátku tvoří podklad chrupavka, hlouběji je podklad kostěný. Celý zvukovod je kryt kůží, která obsahuje mazové žlázy.

Bubínek odděluje vnější a střední ucho. Je to trojvrstvá, poloprůhledná blána. Vnější vrstvu tvoří pokračování kůže, která se nachází v zevním zvukovodu. V tomto místě je kůže velmi zeslabená. Střední vrstvu tvoří kolagenní vlákna. Vnitřní vrstva je kryta sliznicí středního ucha. Zvukové vlny způsobí rozkmitání bubínku a ten přenáší chvění na sluchové kůstky ve středním uchu (Marvan et al. 2017).

Střední ucho

Střední ucho tvoří bubínková dutina a sluchové kůstky se svaly.

Bubínková dutina je dutina ve spánkové kosti. Je nepravidelná a vyplněná vzduchem. Na dně této dutiny se nachází bubínkový otvor sluchové trubice, která spojuje střední ucho s hltanem (Marvan et al. 2017). Nazývá se Eustachova trubice a slouží k vyrovnání tlaku, a to mezi středoušní dutinou a nosohltanovou dutinou (Reece 2011). Na mediální straně se nachází kostní předěl, v kterém se nachází předsíňové a hlemýžďové okénko, která ústí do vnitřního ucha.

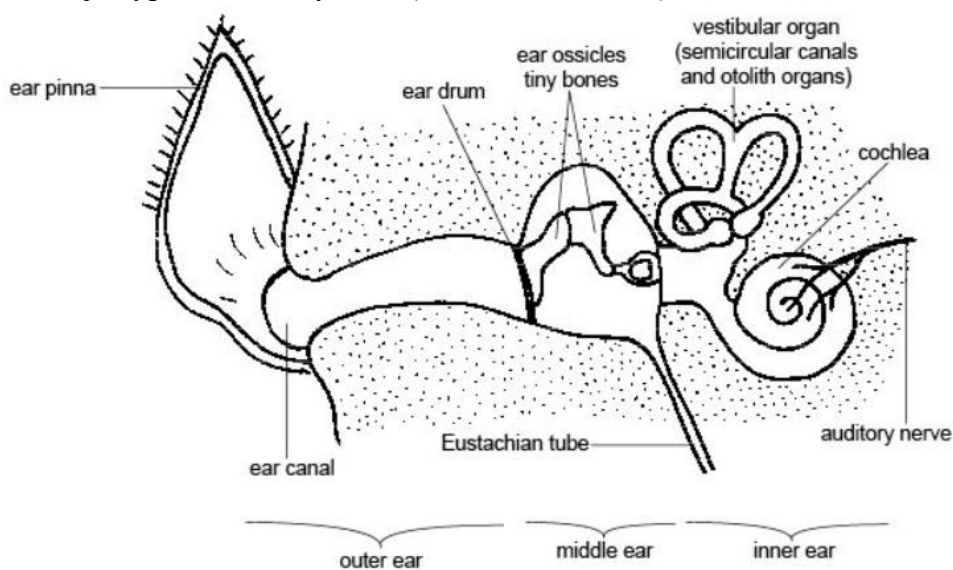
Sluchové kůstky jsou čtyři. Patří mezi ně kladívko, kovádlínka, kost čočková a třmínek. Tvoří řetězec od bubínku až k předsíňovému okénku. Jsou na sebe pákově nasazeny a přenáší chvění z bubínku do perilymfy ve vnitřním uchu. Patří k nim také dva svaly, a to napínač bubínku, který se upíná na bubínek a třmínkový sval, který má úpon na třmínku. Tyto svaly odstupují ze stěny dutiny a ovlivňují napětí bubínku (Marvan et al. 2017). Tyto svaly dokáží tlumit nadměrně hlasité zvuky tím, že se natáhnou a vzápětí dojde ke kontrakci, čím zabrání nadměrnému pohybu sluchových kůstek. Stupeň protažení třmínkového svalu a napínače bubínku je dán intenzitou, neboli hlasitostí zvuku. (Reece 2011).

Vnitřní ucho

Vnitřní ucho se nachází v kosti skalní. Tvoří ho blanité bludiště, které je uloženo v kostěném bludišti. Lze jej rozdělit na statickou a sluchovou část. Statickou tvoří kulovitý a vejčitý váček a polokruhové kanálky, sluchovou pak blanitý hlemýžď (Marvan et al. 2017). Sluchová část se také nazývá kochleární (Reece 2011).

Kostěné bludiště se skládá z předsíně, tří polokruhovitých kanálků a hlemýždě. Předsíň je spojena s bubínkovou dutinou předsíňovým okénkem a čtyřmi otvory je spojena s polokruhovitými kanálky. V bazální stěně komunikuje s kostěným hlemýžděm. Polokruhové kanálky začínají v předsíni a také se sem vrací. Jsou postaveny ve třech kolmých rovinách. Před návratem do předsíně se rozšiřují v ampuli. Hlemýžď je kostěný kanálek. Je spirálovitě stočený. Je neúplně rozdělen na dvě poschodí – horní předsíňové a dolní bubínkové. Na vrcholu je hlemýžď slepě zakončený a patra přechází jedno v druhé.

Blanité bludiště je uloženo v kostěném bludišti, je od něj ale odděleno malým prostorem vyplněným perilymfou. Perilymfa má obdobné složení jako mozkomíšni mok. Stěna bludiště je tvořena vazivovou blánou. V místě, kde končí vlákna sluchového nervu je kryta smyslovým epitelem. Vnitřek smyslového epitelu tvoří složitý sluchový receptor – Cortiho orgán, na němž se zakončují dendrity sluchového nervu (Marvan et al. 2017). Cortiho orgán se skládá z vláskových buněk. Zde se zvukové vlny mění na nervové impulzy, které jsou předsíňohlemýžďovým (vestibulokochleárním) nervem vedeny do mozkové kůry (Reece 2011). Bludiště je vyplněno endolymfou (Marvan et al. 2017).



Obr. 6: Anatomie ucha. Zdroj: Lawson R. 2007. Anatomy and Physiology of Animals: The Senses. Available from:

https://en.wikibooks.org/wiki/Anatomysiology_of_Animals/The_Senses (Accessed April 2024)

Vnímání hlasitosti a výšky

Prahová hlasitost, kterou je kůň schopen vnímat, je 7 dB (Heffner & Heffner 1983). Trychtýřovitý tvar koňského ucha poskytuje zesílení akustického tlaku o 10 až 20 dB (Rørvang et al. 2020).

Rozsah sluchových schopní koní začíná na frekvenci 50 Hz, což je více, než nejnižší detekovatelná hranice lidmi (20 Hz). Naopak nejvyšší frekvence detekovatelná lidmi je 20 kHz, zatímco u koní je to 33,5 kHz. Což znamená, že koně jsou schopni detekovat zvuky, které lidské ucho nezaznamená. Může to vysvětlovat některé jinak nevysvětlitelné chování koní, které je běžně považováno jako problémové (Rørvang et al. 2020). Nejlepší citlivost na zvuk mají koně od 1 do 16 kHz (Yeon 2012).

Lokalizace zdroje zvuku

Koně mají velmi dobrou lokalizační schopnost, protože každé ucho ovládá 10 svalů a je tak pro koně snazší zachytit přesný směr, odkud zvuk přichází. Pro porovnání se v lidském uchu nachází pouze 3 svaly. Toto naznačuje, že je pro koně sluch mnohem více aktivnějším smyslem než pro lidi. Lokalizace zvuku závisí i na zpoždění v čase, kdy signál dorazí k jednotlivým ušima a na frekvenčním spektru intenzity zvuku. Časové zpoždění se lépe rozlišuje, čím je větší hlava koně a tím i interaurální vzdálenost (Timney & Macuda 2001).

Rozeznávání koní a lidí podle hlasu

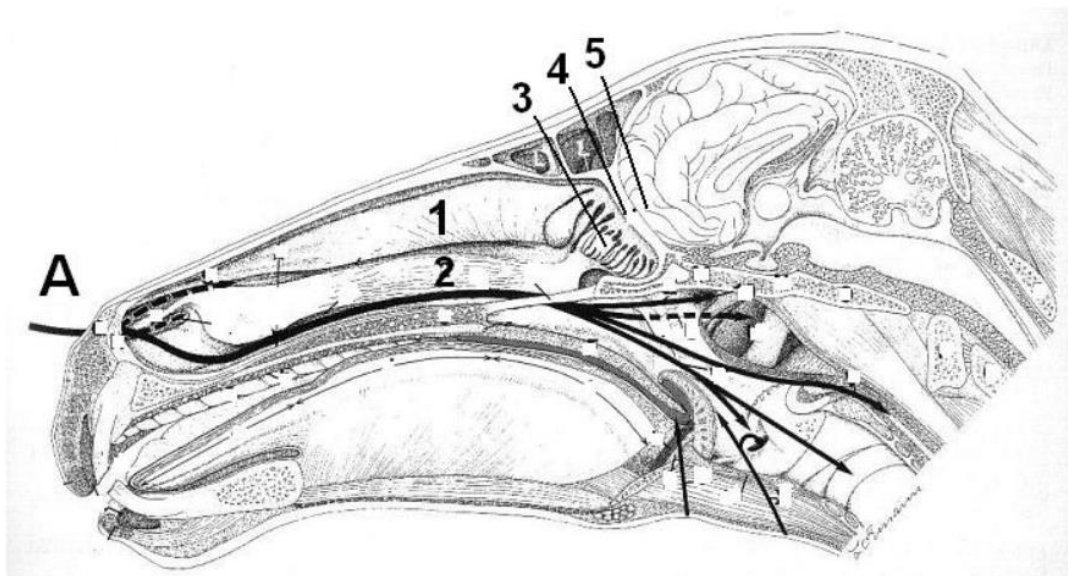
Koně prokazují sluchovou laterální, což znamená otočení jednoho ucha ke zdroji více, než ucha druhého. Jasná preference pravého ucha a tím pádem levé hemisféry byla dokázána, když se koni pustilo řehtání známého jedince. Při řehtání neznámého koně nebyla prokázána žádná preference. Koně také mezimodalitně rozeznávají známé jedince. Když byla koni prezentována vizuální reprezentace známého jedince společně s nahrávkou řehtání jiného koně (tudíž se reprezentace neshodovaly), zkoumaní koně odpovídali mnohem rychleji a déle se dívali po směru zvuku, než když se vizuální reprezentace a nahrávka shodovaly (Rørvang et al. 2020). Tato mezimodální rekognice byla zkoumána i když byl koním prezentován známý člověk. Koně se rychleji a déle dívali, pokud se nahrávka lidského hlasu neshodovala s prezentovaným známým člověkem, než když se shodovaly. Toto naznačuje, že je koňský mozek schopen spojit vjemy z různých smyslů od známého člověka v celkovou reprezentaci osoby. To by mohlo koni ponechat schopnost rekognice známého člověka, pokud by o jeden ze svých smyslů přišel (Lampe & Andre 2012).

3.2.3 Čich

Čich je pro koně jako pro společenská zvířata důležitým smyslem, protože tělesné pachy savců obecně nesou různé informace, které mohou ovlivnit jejich chování a vztahy. Předpokládá se, že koně mají vysoce vyvinutý čich (Sabiniewicz et al. 2023). Podle Reece (2011) se tím řadí mezi zvířata makrosmatická (s dobře vyvinutým čichovým smyslem).

Anatomie nosní dutiny

Stejně jako u ostatních savců se čichový orgán koně skládá z čichového epitelu vystylajícího vnitřek horní dutiny nosní (Rørvang et al. 2020). Sliznice s čichovým epitelem pokrývá skořepy v čichovém bludišti (Obr. 7). Tato sliznice je zvlhčována seromucinózními žlázami (Bowmanovy žlázy (Reece 2011)), jejichž sekret také tvoří rozpouštědlo analyzovaných látek. Z čichových buněk vystupují čichové vlásky, které přijímají čichové podněty (Marvan et al. 2017). Tyto vlásky, nebo také řasinky vycházejí z olfaktorických váčků. Olfaktorické váčky jsou rozšířeny na konci dendritů (Reece 2011). Z druhé strany buňky vychází čichový neurit. Ty se sdružují v čichové nitě a jsou vedeny do mozku (Marvan et al. 2017). S čichovým bulbem v mozku je sliznice spojena pomocí čichových neuritů. Koně mají také dobře vyvinutý vomeronasální orgán, který se nachází v horní čelisti mezi nosní dutinou a ústní dutinou (Rørvang et al. 2020). Vomeronasální orgán, nebo také radličněnosní ústrojí je malý čichový orgán, který má vyústění v řezákovém vývodu v dutině ústní. Slouží k vnímání pachů z dutiny ústní a nosní (Marvan et al. 2017).



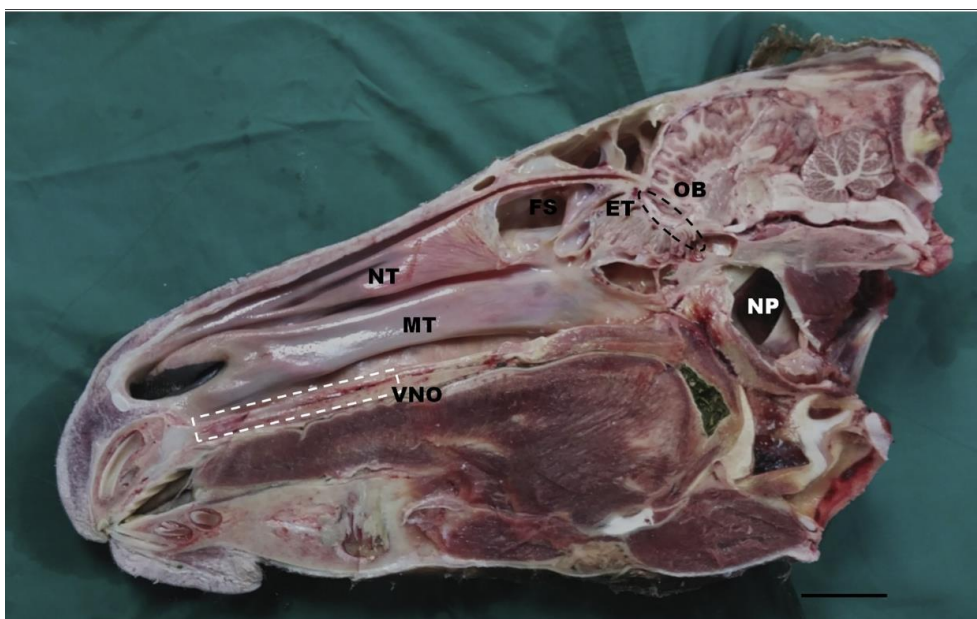
Obr. 7: Anatomie nosní dutiny. A - vdechovaný vzduch, 1 - horní nosní skořepa, 2 - dolní nosní skořepa, 3 - čichová skořepa s čichovým bludištěm a sídlem čichových receptorů, 4 - řešetná (čichová) kost, 5 - čichový lalok mozku. Zdroj: Wissdorf H, Gerhards H, Huskamp B, Deegen E. 2002. Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes, M&H Schaper

Vnímání pachů

Čichání je činnost, při které opakovaně turbulentně proudí vzduch v nosní dutině, čímž se zvyšuje pravděpodobnost, že plynná látka, která je čichově aktivní, se dostane do roztoku (sekretu žláz). Toto je podnětem pro vznik nervového vzruchu, který je veden do mozku. Vzhledem k velkému množství různých druhů pachů je nepravděpodobné, že by pro každý pach

existovaly specificky zaměřené čichové buňky. Specifický čichový vjem je tedy kombinací základních pachů (Reece 2011).

Vomeronasální orgán (Obr. 8), který je u koní dobře vyvinutý, je vnímavý vůči netěkavým a málo těkavým molekulám, které se často vyskytují v tělesných sekretech. Pokud se kůň dostane do kontaktu se zajímavou látkou, molekuly aktivují vomeronasální orgán, který spustí Flehmenovu reakci (Obr. 9). Při Flehmenově reakci (tzv. “flémování”) kůň ohrne horní pysk nahoru a nadechne se, často s uzavřenými nozdrami. Tímto se koni snáze analyzují málo těkavé molekuly s lepší přesností. Uzavření nozder také pomáhá snížit únik vzduchu. (Rørvang et al. 2020). Je pravděpodobné, že koně vomeronasální orgán využívají pouze pro intradruhovou komunikaci, nikoliv pro mezidruhovou chemickou komunikaci (Sabiniewicz et al. 2023).



Obr: 8: Poloha vomeronasálního orgánu (VNO). Zdroj: Lee KH, Park C, Kim J, Moon C, Ahn M, Shin T. 2016. Histological and lectin histochemical studies of the vomeronasal organ of horses. *Tissue and Cell* **48**:361-369



Obr. 9: Flehmenova reakce u koně. Zdroj: Newman T. 2014. Flehmen response – horse. Available from: <https://www.lazerhorse.org/2014/05/06/animals-pull-weird-face-flehman-response/flehmen-response-horse/> (Accessed April 2024)

Využití čichu

Koně využívají čich převážně k sociálním interakcím, protože jsou schopni rozlišit různé jedince podle jejich pachu (Rørvang et al. 2020). Například pozdravení koní probíhá tím způsobem, že se koně postaví vedle sebe a vzájemně se očichávají pod břichem. Již dříve bylo prokázáno, že se koně poznávají na základě tělesných pachů, ale i podle pachů moči a výkalů. Jedinečná vůně každého koně tedy slouží jako “čichový otisk prstu” (Sabiniewicz et al. 2023).

Důležitý je pach i pro rozmnožování (Rørvang et al. 2020). Na toto téma, tedy role čichu v reprodukci, se zaměřuje více studií, než na celkovou roli čichu u koní. Bylo například zjištěno, že divocí hřebci překrývají výkaly jiných hřebců svými vlastními. Při porovnávání reakcí na výkaly obou pohlaví bylo zjištěno, že hřebci déle očichávají výkaly od klisen, při čemž se více projevovala flehmenova reakce a hřebci více močili, než když očichávali výkaly od jiného hřebce (Sabiniewicz et al. 2023). Ovšem výzkumy ukázaly, že hřebci nejsou schopni rozlišit výkaly klisen v říji od výkalů klisen, které v říji nejsou. Je tedy možné, že hřebci tuto schopnost ztratili v průběhu domestikace, nebo ji nikdy neměli. Při určování klisny v říji se tak hřebci pravděpodobně spoléhají na chování klisny (Briant et al. 2010).

Koně jsou také citliví na nové a potencionálně ohrožující pachy. Například eukalyptový olej, prezentovaný jako nový stimul, dokáže zvýšit ostražitost koně. Reakce koní na potencionálně nebezpečné pachy jsou ale nejednoznačné. V některé studii s pachem vlčí moči, výkalů a kožešiny koně projevovali jen slabé behaviorální reakce, ale v jiné studii při vystavení lvímu trusu koně vykazovali řadu behaviorálních reakcí, jako zvýšená defekace, močení, klusání a cválání, ržání a hrabání nohou. Potencionálně nebezpečné pachy ale u koní navozují více behaviorálních reakcí než sociálně atraktivní pachy (výkaly a moč od opačného pohlaví).

Sociálně averzní pachy (výkaly a moč od stejného pohlaví) u koní mohou zvýšit ostražitost a obezřetnost (Sabiniewicz et al. 2023).

Rozeznávání lidí podle pachu

Próchniak et al. (2017) provedl výzkum zabývající se zrakovým a čichovým vnímáním koně. Bylo zjištěno, že koně dokážou asociovat pach oblečení a osobu nosící oblečení, ovšem jen u těch, kteří pozitivně podmiňovali koně. Pozitivně podmiňovaní koně také více reagovali na pach oblečení než na fotografii člověka. Předmět, který byl zdrojem pachu člověka, který koně pozitivně podmiňoval, byl pro koně zajímavější než fotografie daného člověka. Koním trvalo menší dobu se k předmětu přiblížit než k fotografii a projeví o něj větší zájem, například dotykem, uchopením a nebo olizováním předmětu. Při pozitivním posilování tedy dochází k silnějšímu spojení podnětu s lidským pachem, než s tváří (Próchniak et al. 2017).

Koně kromě rozeznávání lidí také pravděpodobně dokáží rozeznat lidské emoce. V této studii se koním dávaly očichat vzorky tělesného pachu od dospělých lidí odebrané ve stavu strachu a štěstí. Při vystavení "strachovému" vzorku koně častěji zvedali hlavy, klopiли uši a častěji se dotýkali známé osoby, která byla během pokusu přítomna. Dotýkání známé osoby bylo zkoumáno i dříve, například při představení pro koně neřešitelného úkolu koně vyhledávají fyzický kontakt s ošetřovatelem. Při čichání vzorku "štěstí" koně působili uvolněněji. Je možné, že rozvoj schopnosti rozeznat lidské emoce podpořila domestikace (Sabiniewicz et al. 2023).

3.3 Paměť

Nedílnou součástí téměř každé kognitivní operace je role paměti (Hanggi & Ingersoll 2009a). Paměť se dělí na tři typy: krátkodobou, dlouhodobou a pracovní (Cowan 2008). Podle Izquierdo et al. (1999) se paměť dělí podle svého obsahu (deklarativní nebo explicitní), podle doby trvání (krátkodobá a dlouhodobá) a podle povahy (archivní, což je krátko- a dlouhodobá, a přechodná, která se zabývá "moment-to-moment", neboli pracovní)

Krátkodobá paměť je paměť, která dokáže dočasně pojmout omezené množství informací, které jsou dostupné v jeden moment. Položky v této paměti jsou omezeny jak časově, tak kapacitně. Pokud kapacitní limit není naplněn, položky zde zůstávají do té doby, dokud nejsou nahrazeny jinými. Ovšem ne každá myšlenka v této paměti musí být vědomě uvědoměna.

Dlouhodobá paměť je obrovské uložení znalostí a záznamů předchozích událostí (Cowan 2008). Položky z této paměti mohou být opět vyvolány v případě, že učená informace již neokupuje momentální proud myšlenek, pokud byl překročen limit pracovní paměti nebo pokud byla pozornost odvedena jinam (Jeneson & Squire 2011). Dlouhodobá paměť se dělí na explicitní a implicitní. Explicitní paměť se někdy též označuje jako deklarativní. Je zodpovědná za vědomé vybavování informací a dělí se na epizodickou a sémantickou. Epizodická se týká událostí, které byly prožity a existuje k nim osobní vztah. Příkladem může být zážitek z dovolené nebo citové vztahy. Sémantická paměť obsahuje všeobecné znalosti, například pojmy, zeměpisné znalosti, rovnice atd. Implicitní paměť usnadňuje motorické dovednosti a chování

tím, že jsou do nich promítány dřívější zkušenosti. Toto promítání nemusí být vědomě vybaveno. Implicitní paměť se dále dělí na procedurální paměť a priming. Procedurální paměť je v podstatě motorické učení. Je zodpovědná za zautomatizování dané činnosti společně s vytvořením nové dovednosti. Tato paměť je v porovnání s deklarativní pamětí typická pomalým učením, postupným zlepšováním výkonu a značnou odolností vůči zapomínání. Priming je zvýšení výkonnosti paměti po tom, co je organismus vystaven obrazovým nebo verbálním projevům, které se týkají daného úkolu (Rusina 2004)

Rozdíl mezi krátkodobou a pracovní pamětí je trochu nejasný, je to do určité míry způsobeno tím, že jsou používány různé definice a tím, že nejsou od sebe zcela odlišné. Obecně lze říct, že je pracovní paměť zodpovědná za dílčí výsledky řešeného úkolu (Například když člověk pečce dort a neudělá tu chybu, že by jednu přísadu přidal dvakrát) (Cowan 2008). Tato paměť může trvat sekundy nebo několik minut. Trvá pouze tak dlouho, jak dlouho trvá její elektrická aktivita. Pro přirovnání se dá říct, že je on-line systémem, zatímco krátko- a dlouhodobá paměť jsou off-line uložiska (Izquierdo et al. 1999).

Bez krátkodobé a dlouhodobé paměti by základní učení ani řešení problémů na vyšší úrovni nebylo možné. Kognice, učení a paměť ovlivňují všechny aspekty každodenního života koní. Pro přežití jejich divokých předků nebo současných divokých koní je důležité se učit a pamatovat si jejich sociální, biologické a fyzické podmínky prostředí, které se mohou předvídatelně měnit, ale také nemusí. Na rozdíl od nich domestikovaní koně se setkávají s manipulačními a výcvikovými praktikami a je pro ně důležité se stále učit, rozumět a pamatovat si mezidruhové i vnitrodruhové vztahy, časové harmonogramy a pravidla. Koně s větší schopností se učit, porozumět a řešit problémy mají větší šanci na úspěšný vztah s člověkem a související manipulací a tréninkovou atmosféru (Hanggi & Ingersoll 2009a).

Koňská paměť je předmětem zájmu koňské komunity i výzkumníků kognice. Velké množství neoficiálních důkazů tvrdí, že mají koně vynikající paměť i schopnost vybavovat si vzpomínky. Pro toto tvrzení ale neexistuje dostatek vědecké dokumentace (Hanggi 2010).

Paradigma zkreslení paměti (užívané pro hodnocení emocí u koní) naznačuje, že afektivní stavy mohou ovlivňovat paměť v tom smyslu, že negativní vzpomínky se snadněji získávají, když jedinci prožívají depresivní stavy. Vzpomínky na události s emočními stavy si lze také lépe zapamatovat než neutrální události. K tomuto zkreslení může docházet v důsledku emočních stavů, ale také v důsledku individuálního vnímání světa. Koncept zvaný Umwelt tvrdí, že každý jedinec vnímá svůj vlastní svět na základě jeho životní historie a prožitých zkušeností, které zahrnují aspekty pro něj důležité (Maurício et al. 2023).

Pokud se kůň při tréninku pozitivně odměňuje, tak výcvik nejen zvětší zájem koně o výcvik, ale i o interakce s lidmi. Tento zájem zůstává jak těsně po tréninku, tak o několik měsíců později, i když k další interakci s lidmi nedošlo. Tato "pozitivní paměť" se přenesla i na jiné lidi. Koně si tedy dokázali na základě opakovaných interakcí vybudovat a dlouhodobě zapamatovat vztah s lidmi, ale i vztah s konkrétním člověkem. Pozitivní posilování celkově zlepšuje učení a zapamatování si úkolu, protože ukládání vzpomínek probíhá lépe, pokud je učení spojeno s pozitivní situací (Sankey et al. 2010). Tato generalizace funguje i opačně. Jedinci vždy musí zvážít, jak moc se nový podnět podobá minulým událostem, které se ukázaly jako pozitivní oproti událostem, které měly negativní výstup (Fazio et al. 2015).

3.3.1 Vliv stresu na učení a pracovní paměť

Valenhol et al. (2017) zjistila, že stres může mít pozitivní účinky při učení. Koně byli učeni metodou pozitivního posílení a negativního posílení (pozitivní posílení je přidání pozitivního stimulu – pamlsku při chtěném chování a negativní posílení je odebrání negativního stimulu – tlaku při chtěném chování, oba druhy mají za úkol zvýšit pravděpodobnost provedení chtěného chování v budoucnu (Larssen & Roth 2022)). Koním byl představen stresor nesouvisející s učeným cvikem (negativní posílení neboli tlak může být vnímán jako stresor související s cvikem). Během vystavení stresoru kapacita učení klesala u obou skupin. Bázliví koně učení pozitivním posilováním prokazovali horší výsledky při vystavení stresoru, protože motivace dostat pamlsky není dostatečná oproti reakci “fight-flight”. Bázliví koně tedy podávali lepší výsledky, když byli učeni negativním posílením a nebyli vystaveni stresoru. Bázlivost koně tedy může být určitou výhodou, pokud je kůň učen negativním posílením. Koně učeni negativním posílením byli ale více stresováni a měli vyšší hodnoty kortizolu ve slinách a častěji se snažili negativnímu posílení vyhýbat (Valenhol et al. 2017). I v tomto případě je nutné brát v potaz Yerkes - Dodsonův zákon, protože náročnost úkolu může ovlivnit výkon a úroveň prožitého stresu (Calabrese 2008).

Pracovní paměť se zabývá jen omezenou částí informace, kterou používáme k přemýšlení (Cowan 2017). Valenhol et al. (2013) se zabývala zkoumáním vlivu stresu na délku pracovní paměti koní. Pokus spočíval v tom, že dali koni na výběr ze dvou nádob. Do jedné figurant dal pamlsky tak, aby to kůň viděl a různě dlouhou dobu koně držel, než si kůň mohl dojít vybrat nádobu, ve které se domníval, že se pamlsky nachází. Aby nebyl kůň ovlivněn čichovými podněty byla u obou nádob využita falešná dna, pod kterými se nacházely stejné pamlsky, jako měl figurant. Žádný z pokusů tedy nemohl být ovlivněn čichovými schopnostmi koně. Z tohoto výzkumu vyplývá, že koňská pracovní paměť trvá minimálně 20 sekund. Po přidání stresujících podnětů, jako pohybující se plachty nebo bílého prostěradla, se trvání pracovní paměti zkrátilo na maximálně 12 sekund. Testování koně vypuštění později než po 12-ti sekundách nedokázali identifikovat nádobu s pamlskem (Valenhol et al. 2013).

3.4 Personalita koně

Personalita je důležitá část toho, co dělá jedince unikátními a je definována jako “ty charakteristiky jedince, které jsou odpovědné za konzistentní vzorce cítění, myšlení a chování (Lloyd et al. 2007). Rozdíl mezi temperamentem a charakterem je těžko definovatelný a obzvláště u laické veřejnosti se tyto dva pojmy slévají v jeden. Dá se říci, že temperament jsou jednoduché, vrozené vlastnosti celého nervového systému, zatímco charakter jsou komplexní rysy získané učením. Jak temperament, tak charakter jsou považovány za složky osobnosti. Temperament může být například senzorycká citlivost a forma reakce (intenzita, styl chování), u charakteru to je obsah reakce (volby, rozhodnutí). Temperament je hlavně vrozený a charakter hlavně získaný (Suwała et al. 2016).

3.4.1 Temperament

Důležitá složka tvořící osobnost je temperament. Ten se definuje jako “soubor dědičných osobnostních rysů, které se objevují brzy v životě jedince”. Tato definice se dá rozdělit na dvě části. První je, že zmiňované vlastnosti jsou genetického původu, stejně jako jiné psychologické dispozice, které se dědí (například inteligence). Druhá je, že tyto vlastnosti se objevují již během prvních roků života, což odlišuje temperament od ostatních osobnostních rysů, jak zděděných, tak získaných (Goldsmith et al. 1987). Visser et al. (2001) zmiňuje, že je temperament definován jako “základní postoj jednotlivce ke změnám a výzvám v jeho prostředí. V jiných definicích temperamentu lze najít i termíny jako emocionalita nebo reakce na zacházení. Všechny definice ale zahrnují relativní stabilitu reakce u jednotlivců, a tím tedy konzistenci v čase a napříč situacemi (Visser et al. 2001). Temperament je ovlivňován pohlavím, obecně lze říci že valaši mají klidnější temperament než klisny a klisny jsou klidnější než hřebci. Vliv má i plemeno, sportovní koně budou více temperamentnější než chladnokrevní koně nebo pony (Roberts et al. 2016). Pro temperament se rozlišují čtyři dimenze: energie, strach, citlivost a adaptabilita. Mezi majiteli a chovateli sportovních koní jsou nejžádanější druhy temperamentu energický, nebojácný, citlivý a přizpůsobivý (Suwała et al. 2016).

3.4.2 Charakter

Charakter je druhá důležitá složka, která tvoří osobnost koně. Na rozdíl od temperamentu (Tab. 1) je většinou získaný díky učení. Pro charakter jsou určeny čtyři dimenze, a to submisivita, agresivita, vyhledávání lidského kontaktu a soběstačnost. Mezi majiteli a chovateli sportovních koní patří mezi nejžádanější druhy charakteru submisivní, neagresivní, společenský vůči lidem a soběstačný (Suwała et al. 2016).

| Temperament | Charakter |
|---|--|
| Senzorická citlivost a forma reakce (intenzita, styl chování) | Obsah reakce (volby, rozhodnutí) |
| Především vrozený | Především získaný |
| Málo podléhá vlivům prostředí (teplota, farmakoterapie), závisí na věku a stavu organismu | Je na základě temperamentu, ovlivňuje ho prostředí, prochází procesy učení |
| Centrální a periferní nervový systém | Pouze centrální nervový systém |
| Odpovídá na kvantitativní otázku (jak rychle/jak dlouho/jak intenzivně zvíře reaguje?) | Odpovídá na kvalitativní otázku (Jaký druh chování zvíře zvolí? Co zvíře udělá?) |

Tab. 1: Porovnání temperamentu a charakteru. Zdroj: Suwała M. Górecka-Bruzda A, Walczak M, Ensminger J, Jezierski T. 2016. A desired profile of horse personality – A survey study of Polish equestrians based on a new approach to equine temperament and character. *Applied Animal Behaviour Science* **180**:65-77.

3.4.3 Osobnost

Aby mohla být osobnost koně objektivně hodnocena, Lloyd et al. (2007) sestavila “horse personality assessment”, neboli “Posouzení koňské osobnosti”. Tento dotazník obsahuje 30 přídavných jmen společně s behaviorální definicí (např. Aktivní – hodně se pohybuje, nerad dlouho stojí na místě), 25 z těchto definic bylo převzato z jiných studií a pět bylo přidáno pro větší adaptaci dotazníku přímo na koně. Mezi těmito pěti byly například přídavná jména “tvrdohlavý” nebo “inteligentní”, které jsou často používány koňskými ošetřovateli a majiteli. Každé z přídavných jmen je hodnoceno na stupnici od jedné do sedmi (jedna znamená bez projevu, čtyři – průměrný projev, sedm – absolutní projev). Kromě toho bylo stanoveno ještě šest základních komponentů osobnosti, které byly označeny jako dominance, úzkostnost, vzrušivost, ochránářství, sociálnost a zvědavost (Lloyd et al. 2007).

Několik faktorů managementu, mezi nimiž i osobnost koně, bylo zkoumáno pro možný vztah k stresové reaktivitě koní. Několik studií prokázalo, že existují určité asociace mezi koňskou osobností a stresovými parametry. Nebylo ale zkoumáno, jak moc ovlivňuje osobnost koně dlouhodobý stres (Sauer et al. 2019).

Budzyńska (2014) uvedla, že ačkoliv se koně osobnostně liší, co se týče bojácnosti, neznamená to, že nebojácní koně stres neprožívají. Mají jen rozdílný “coping”. Osobnostní rysy, jako aktivní, rozrušený, agresivní a citící se nepohodlně, jsou interpretovány jako stresové behaviorální symptomy (Budzyńska 2014).

Podle Sauer et al. (2019) nebyly nalezeny žádné výrazné asociace mezi hladinou kortizolu a osobností koně. Co ale hladiny kortizolu ovlivňuje může být i plemeno, protože plnokrevníci a teplokrevníci mají vyšší adrenální odpověď než například koně Freibergští (Franches-Montagnes, tažný kůň lehkého typu). Dále pokud jsou koně ježděni více jezdci tak mají méně viditelnou reakci oproti koním s jedním jezdcem, a koně trávící většinu času venku mají menší odpověď oproti koním, kteří jsou většinu času uvnitř stáje. Stejně jako osobnost nehraje zásadní roli ani to, jestli je s koněm sportováno profesionálně nebo amatérsky nebo jaké se věnuje disciplíně. To naznačuje, že optimalizace podmínek chovu je ke zlepšení welfare důležitější než změna využití koní (Sauer et al. 2019).

3.5 Prenatální stres

Prenatální stres lze definovat jako stres, který působí na březí matku a ovlivňuje vývoj jejího potomstva. Je důležité zmínit, že aspekty stresoru působí přímo na matku, ale pouze nepřímo na plod do té míry, jak mohou být tyto aspekty zprostředkovány z matky na plod. Proto se konečné účinky prenatálního stresoru mohou u matky a potomka lišit. Je dlouho známo, že stres během březosti ovlivňuje přežití a mortalitu embryí. Existují náznaky dlouhodobých účinků prenatálního stresu na přežití, chování a fyziologii potomků stresovaných matek (Braastad 1998). Glukokortikoidy inhibují růst plodu a mění funkci mnoha tkání, zejména mozku, srdce, jater, ledvin a nadledvin. Glukokortikoidy jsou ale důležité pro přípravu plodu na přechod na extrauterinní život, včetně plicní ventilace a termoregulace (Jellyman et al. 2015).

Zvířata mohou být vystavena několika typům perinatální stresorů. Může jít o vystavení manipulaci ze strany lidí v souvislosti s pářením, inseminací nebo během březosti, nevhodné a frustrující podmínky ustájení, sociální stres související s dominantními jedinci ve vedlejších stáních, přepravou, umístění do jiného stání, narušení sociálního kontaktu nebo expozice na nové předměty. Ne vždy tyto situace musí vyvolat stres, ale u některých jedinců to tak může být. Dále se může jednat o REM spánkovou deprivaci, příliš světla nebo blikající světlo, omezení pohybu, tepelný stres nebo omezení příjmu potravy. Některé z těchto stresorů jsou přítomny v rutinní péči o hospodářská zvířata. Účinky na potomky může ovlivnit jak typ perinatálního stresoru, tak období, kdy je prožíván. Účinek stresoru se totiž liší v závislosti na trimestru, ve kterém se březí klisna nachází.

Většina studií zabývajících se účinky na morfologii a chování potomstva se zaměřuje na hlodavce nebo primáty, některé se ale zaměřují i na lasicovité nebo lišky. Z těchto studií ale vyplývá, že perinatální stres může snižovat porodní hmotnost potomků, hmotnost nadledvin nebo imunitní funkce. Dále může potomek vykazovat opožděný motorický vývoj, potlačené explorační chování nebo naopak zvýšenou reaktivitu. Prenatální stres může také zhoršit schopnost učení, ale ve stresových nebo strachových situacích může učení usnadnit. Vliv může mít i na sociální chování prostřednictvím zvýšeného strachu a projevování více obranného chování (Braastad 1998).

Perinatální stres u hříbat může vést k dysregulaci HPA osy. Jedním z nejdůležitějších spouštěcích faktorů je gestační nezralost. Ta může být způsobená předčasným porodem nebo "in-utero" stresem spojeným s podvýživou, hypoxií, placentitidou nebo stresem z prostředí ovlivňujícím matku (včetně zacházení s matkou, omezení pohybu a podmínky ustájení (Jellyman et al, 2015)).

Běžně udávaná délka březosti u koní v plném termínu je 320-360 dní, přičemž existují rozdíly v tom, co je definováno jako "normální" březost. Nejasné jsou také rozdíly mezi mírně nedonošeným, "dyszralým (dysmature)" a donošeným hříbětem.

U hříbat je dozrávání osy HPA velmi krátké. Koncentrace kortizolu začínají stoupat až v posledních 5 dnech před porodem. V případě předčasného porodu se tedy zvyšuje pravděpodobnost dysregulace systému. Osa HPA hraje velmi malou roli během intrauterinního života prvních přibližně 300 dní a k rozvoji kůry nadledvin dochází až po tomto období. Mezi 300. dnem a termínem porodu se hmotnost nadledvin téměř zdvojnásobí. Toto zvýšení je způsobeno rozvojem adrenální zóna fasciculata, zodpovědné za produkci glukokortikoidů včetně kortizolu (Clothier et al. 2022). Obecně u savců dochází ke zvýšení kortizolu poslední dva až tři týdny gestace (Jellyman et al. 2015). Tento rozvoj pokračuje i několik dní po porodu, protože neonatální hříbě čelí časným výzvám mimoděložního života.

Dysregulace HPA osy způsobuje nižší nebo naopak vyšší kortizolovou odpověď na stimulaci ACTH. Největší rozdíly vykazují extrémně nedonošená hříbata (méně než 305 dní gestace), rozdíl koní mírně nedonošených nebo dyszralých je malý (Clothier et al. 2022). Zdravé novorozené hříbě má nižší adrenokortikální odpověď na ACTH než dospělý kůň (Jellyman et al. 2015).

U hříbat vystavených novorozeneckému stresu dochází ke změnám bazální koncentrace kortizolu, reakcí hypofýzy a nadledvin, glukózou stimulované sekrece inzulínu a plazmatické koncentrace kortikosteroidů. Nadměrná expozice glukokortikoidům v důsledku perinatálního

stresu způsobuje například trvalou hypertenzi, hyperglykémii, zvýšenou aktivitu osy HPA a trvale zvýšené hladiny kortizolu (Clothier et al. 2022).

3.6 Sociální stres

Koně žijící ve volné přírodě mají strukturované sociální prostředí. Tvoří harémové skupiny, kde v každé skupině je v průměru pět až sedm klisen, jejich hříbata a jeden hřebec. Tyto skupiny se mohou pohybovat na rozsáhlých oblastech země a zůstávají pohromadě i během absence hřebce (Rivera et al. 2002). Podle Sankey et al. (2010) se skupina koní skládá z jednoho dospělého hřebce, jedné až tři klisen a jejich hříbat. Skupinu ale také může tvořit až pět hřebců a až 26 klisen s hříbaty (Sankey et al. 2010).

3.6.1 Sociální izolace

Nejčastější systém ustájení je individuální ustájení v boxech. Tento typ ustájení se používá například z důvodů prevence zranění, pohodlnosti pro majitele a kvůli antropomorfizované víře v to, co kůň považuje za komfortní. Koně v tomto ustájení mohou trávit i většinu dne. Na rozdíl od koní ve volné přírodě jsou domestikovaní koně chováni v různých systémech, které poskytují různé stupně fyzické svobody, příležitosti k sociálnímu kontaktu s ostatními koňmi a možnosti vyhledávat potravu. Někteří koně mohou tyto různé úrovně vnímat jako stresující. Systém ustájení má vliv na psychickou pohodu koně a tím pádem i na jeho ovladatelnost a bezpečnost jak koně, tak člověka, který s ním zachází.

Chování divokých koní se využívá pro hodnocení welfare domestikovaných koní, a to konkrétně již zmiňované příležitosti socializovat se, vyhledávat potravu a projevit přirozené chování. Přirozené prostředí divokých koní ale ne vždy nabízí optimální prostředí pro welfare koní a koně díky domestikaci získali ochranu před nebezpečím v podobě predace, hladu, žízně a některých nemocí.

Pokud je koním umožněno projevit co nejvíce přirozeného chování, tak u nich dochází k vytvoření a opakování denní rutiny, která se velmi blíží rutině divokých koní. Tito koně pak mají menší pravděpodobnost k rozvoji stereotypního chování, mají lepší reakci na trénink (je u nich k dokončení tréninkového postupu potřeba méně času, než u koní ustájených jednotlivě) a vykazují méně agonistického chování vůči lidem.

V této studii byl měřen fekální kortikosteron u různě ustájených koní během léčby. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny u koní, kteří neměli žádný kontakt s ostatními koňmi. Dále bylo zjištěno, že omezení vizuálního kontaktu je koněm vnímáno podstatně náročněji, než omezení hmatového kontaktu. Pokud není možné a praktické ustájit koně ve skupině, je doporučováno umožnit alespoň vizuální kontakt. Ten totiž snižuje averzivitu individuálního ustájení a je lepší, než úplná izolace. Dalším měřením této studie bylo hodnocení manipulace. S koňmi ustájenými v úplné izolaci se manipulovalo nejhůře a nejsnadněji se manipulovalo s koňmi ustájenými ve skupině. Tím se podpořilo zjištění z dřívějších studií (Yarnell et al. 2015).

3.6.2 Odstav hříběte

Odstav je pro hříbě jedno z nejvíc stresujících období v jeho životě. Přístup k matčinu mléku poskytuje hříběti jak fyzickou výživu, tak pocit emocionálního bezpečí. Odebrání tohoto přístupu během odstavu může způsobit stres, který predisponuje odstávče k zvýšenému riziku onemocnění, zranění a nebo zpomalení růstu.

Kojení hříběti přispívá k pocitu pohody. I po velmi krátké separaci od klisny nebo po vylekání se hříbě často začne kojít. Kojení pro něj tedy představuje uklidňující chování. Pocit bezpečí u hříběte vychází z toho, že vidí, slyší, cítí a může se dotknout své matky. Během prvních týdnů života hříbě tráví téměř 90 % času v okruhu pěti metrů od matky, 70 % času strávených hraním si hříbě hraje se svojí matkou, nikoliv s ostatními hříbaty. Existuje mezi nimi velmi blízký vztah. Protože pocit bezpečí hříběte vychází z kontaktu s matkou, odstavení u hříběte vyvolá extrémní stres. Ztráta pocitu bezpečí vyvolává jak behaviorální stres, tak zvyšuje riziko nemocí, ulcerace žaludku a dalších problémů spojených se zdravím. Hrozí také nebezpečí zranění hříběte, když se hříbě zběsile snaží najít svojí matku (Apter & Householder 1996). Dalším stresorem pro čerstvě odstavené hříbě může být nové prostředí nebo představení novému stádu (Malinowski et al. 1990).

Hříbě před odstavem může růst rychlostí 1,13-1,36 kg za den. Během odstavení se růst může zastavit a trvá 2 až 4 týdny, než se rychlost růstu opět obnoví. Velmi stresované odstávče tak může být menší než jeho vrstevníci a do budoucna ho to staví do nevýhodné pozice, například při prodeji.

Nejběžnější metodou odstavu je kompletní a náhlá separace hříběte a matky v šesti měsících života hříběte na dostatečnou vzdálenost, aby na sebe neviděli a ani se neslyšeli. Mezi další metody odstavu v závislosti na věku hříběte se řadí:

Neonatální odstav

Není rutinně praktikován a dochází k němu v ojedinělých případech. Hříbě se odstává během prvních dnů života. Jedním z důvodů je, že byla klisna transportována na dlouhou vzdálenost na reprodukční farmu a odstavem se tedy hříbě nemusí podrobit dlouhé cestě zpět společně s klisnou. Tento transport může novorozenému hříběti stres a nebo může dojít ke zranění (Apter & Householder 1996). Problémy týkající se dlouhé přepravy klisen se výrazně omezily díky umělé inseminaci. Transport inseminační dávky je levnější, efektivnější a nezpůsobuje klisnám další stres jak z přepravy, tak z nového prostředí (Parkinson & Morrell 2019). Dalším důvodem, proč se užívá neonatální odstav je odmítnutí hříběte klisnou. Je to nejčastěji pozorovaným problémem mateřského chování. Nejčastěji se vyskytuje u klisen, které mají hříbě poprvé. Klisna odmítá hříbě pustit ke strukům a odhání jej, často i velmi agresivně. Posledním důvodem může být uhynutí klisny krátce po porodu. Neonatální odstav hříběti pravděpodobně způsobuje menší stres než v pozdější době. Růst může být krátce po odstavu nižší, ale během několika týdnů se srovná s ostatními hříbaty, stejně tak váha. Problémem může být výživa, protože mléko od matky nejlépe pokryje potřeby hříběte a bez ní se hříbě navíc musí naučit pít mléčnou náhražku z kbelíku. Největší obavou ale zůstává, jestli se hříbě správně naučí "jak být koněm" bez ovlivnění chování jeho matkou.

Odstav ve 2 měsících

Již dříve bylo naznačeno, že se vztah klisny s hříbětem začíná oslabovat kolem druhého nebo třetího měsíce života hříběte. Odstavit je možné pouze zdravá a dobře rostoucí hříbata, slabší hříbata zůstávají s matkou déle. Mezi chovateli a majiteli klisen se tvrdí, že zkrácené období laktace prodlužuje životnost celkového systému mléčné žlázy, ale toto tvrzení nebylo podpořeno žádnou studií. Důležité je poskytnout hříběti vyváženou krmnou dávku. Některé studie naznačují, že temperament a agrese mohou být naučené chování přejaté od matek a dřívější odstav je tedy lepší, pokud nemá matka vhodný temperament.

Odstav ve 4 až 6 měsících

Většina majitelů věří, že pokud se hříbě nechá s matkou déle než 4 až 6 měsíců, tak to může znamenat další zbytečné nároky na zásoby energie klisny, což může vést k úbytku váhy a zhoršení kondice. Během čtvrtého měsíce mléko poskytuje veškeré potřebné minerály, ale už ne všechnu potřebnou energii. Pokud odstávče čeká v tomto období náročný zákrok, jako vakcinace, odčervení nebo kastrace, tak by měl být proveden alespoň měsíc před nebo po odstavu (Apter & Householder 1996). Tato metoda je v chovatelské praxi nejčastější (Lansade et al. 2022).

Odstav v 7 až 8 měsících

Podle většiny majitelů, kteří používají pozdní odstav, je odstávče v pozdějším věku více psychicky i fyzicky na odstav připraveno. Tato metoda je pravděpodobně nejvíce podobná tomu, jak nedomestikované klisny odstavují svoje hříbata. Divoké klisny totiž odstavují hříbě pár týdnů nebo dní před porodem dalšího potomka (Apter & Householder 1996). Podle Lansade et al. (2022) divoké klisny odmítají kojit hříbata starší 9 měsíců, ale hříbě s matkou zůstává do té doby, než se mladí koně neodpojí a neutvoří si vlastní sociální skupiny, což bývá okolo 1,5 – 2,5 roku života.

Některé studie naznačují, že je lepší hříbata odstavovat v párech než jednotlivě, protože se tak snižuje stres hříbat. Naopak jiné studie zase tvrdí, že odstavení v párech stres zvyšuje (Apter & Householder 1996). Podle Malinowski et al. (1990) stres zvyšuje odstavení v párech, protože párově odstavená hříbata měla větší hodnoty koncentrace kortizolu v krvi než hříbata odstavená samostatně. Hříbata mohou mít zvýšený kortizol až 40 hodin po odstavu, zatímco u klisen je to pouze 24 hodin po odstavu (Malinowski et al. 1990).

Další metodou odstavu může být ze stáda tvořeného klisnami s hříbaty postupně odvádět klisny a hříbata ve stádě nechat. Tímto způsobem zůstanou hříbata ve známém prostředí i ve známém stádě (Muhoren & Lönn 2003).

3.7 Vliv stresu na podávání výkonu

Před tím, než se kůň může zúčastnit sportovních událostí, je důležitý prvotní výcvik a následný trénink. Pro počáteční výcvik jsou koně často přemístěni ze skupinového ustájení do individuálních boxů, což může být potencionální stresor z důvodu izolace koně, i když často neúplné (Erber et al. 2013).

Během základního výcviku se kůň naučí habituaci na jednoduché ošetřování – akceptovat různou výstroj, jako udidlo, uzdečku nebo oštěže a reagovat na tlakové povely člověka. Pokud výcvik probíhá příliš rychle, může dojít ke konfliktnímu chování (například vyhazování), jako následek příliš mnoho pro koně nesrozumitelných pokynů naráz (Murphy 2008). Nesrozumitelné pokyny mohou postupně vést k naučení bezmocnosti (Hall et al. 2008).

Cílem tréninku je zvětšit kapacitu výkonu postupným zvětšováním intenzity a objemu tréninku. Pokud je ale zátěž neadekvátní, dojde k přetrénování. Koně vykazují známky přetrénování jako úbytek váhy, podrážděnost a neschopnost dokončit trénink. Během přetrénování ale nedochází k změně v adrenální odpovědi na adrenokortikotropní hormon. Pokud se náročný trénink střídá s lehčím tréninkem, tak pravděpodobně k přetrénování nedojde (Bruin et al. 1994).

Jak bylo již jednou řečeno, jestli kůň sportuje elitně nebo pouze amatérsky nemá na hladinu kortizolu žádný vliv, stejně tak jako disciplína, které se jezdec s koněm věnuje (Sauer et al. 2019). Ovšem podle Bartolomé & Cockram (2016) disciplína je ovlivňujícím faktorem stresové reakce. Odůvodněno je to tím, že každá disciplína vyžaduje jiný typ fyzické práce a tím pádem i závažnost stresu, se kterým se kůň musí vyrovnat. Stres mohou vyvolat podmínky, jako vysoká teplota nebo vlhkost vzduchu, a nepříznivé počasí, například déšť, může ovlivnit výkonnost koně, protože zhoršuje venkovní podmínky na dráze. Například vytrvalost vyžaduje absolvování dlouhých vzdáleností s minimální intenzitou práce za vnějších podmínek, převážně na polních tratích. Naopak drezura nebo parkur vyžaduje hlavně obratnost a poslušnost, navíc jsou tyto disciplíny krátkého trvání a normálně se provozují v krytých halách s kontrolovanými povětrnostními podmínkami. Cvalové a klusácké dostihy vyžadují vysokou intenzitu práce a krátkou dobu trvání na otevřeném prostranství, zatímco cross-country se skládá z vysoce intenzivních a delších závodů, které se mohou konat jak v uzavřených prostorách, tak ve vnějším prostředí s přírodními překážkami.

Sportovní výkon a potažmo i predispozici ke stresu ovlivňuje také genetický původ koně. Ačkoliv mohou všechna plemena koní vykonávat jakoukoli disciplínu, některá jsou lépe přizpůsobená určitým druhům sportu než jiná díky lepším fyzickým, fyziologickým a morfologickým predispozicím. Tato plemena proto snadno dosahují lepších výkonů v důsledku maximalizace jejich zděděné fyzické kondice a fyziologického potenciálu. Také lépe zvládají stres pocházející ze sportovního výkonu, protože jsou lépe přizpůsobena fyziologickým požadavkům dané disciplíny. Příkladem může být vhodnost teplokrevných plemen pro drezuru nebo parkur, zatímco arabská plemena a jejich kříženci (anglo-arab, atd.) jsou vhodnější pro vytrvalostní závody.

Dalším důležitým faktorem je vliv jezdce. Vztah mezi jezdce a koněm má velký vliv na úroveň stresu, kterou kůň během tréninku vnímá. Například špatná rovnováha jezdce může koně rozrušit omezením jeho normálního pohybu, což koně může stresovat. Dále také jezdčovo špatné vnímání temperamentu koně, neadekvátní vnímání reaktivity koně a tím zvýšené

predispozice k distresu nebo použití nevhodných tréninkových technik mohou vést ke zhoršení podávaných výkonů (Bartolomé & Cockram 2016).

3.8 Vliv výživy na náchylnost ke stresu

Účinky stravy na chování a prožívání stresových situací spolu vzájemně souvisí, protože neuroendokrinní reakce mohou měnit metabolismus. V játrech dochází k řetězci katabolických reakcí, které přeměňují tuk a bílkoviny na intermediární metabolity a poté na glukózu. Dále může docházet k inhibici růstu, narušení kognitivních schopností a snížení apetitu. Z dlouhodobého hlediska může být ovlivněna i funkce sekrece serotoninu v mozku (Nicol et al. 2005).

Bennett-Wimbush et al. (2019) zkoumali, jestli má způsob krmení vliv na hladiny kortizolu a na chování. Koně byli náhodně rozděleni do skupin, a pozoroval se rozdíl mezi skupinou krmenou individuálně, kde mezi koňmi byl rozestup minimálně 20 metrů a nebo skupinově, kde prostor na jednoho koně činil průměrně 1,2m. Koně byli také zkušenými pozorovateli označeni za dominantní, submisivní nebo neutrální. Bylo zjištěno, že hladiny kortizolu stouply spíše u klisen, nikoliv u valachů. Dále, že koncentrace kortizolu byly vyšší před krmením než po krmení a pokud by se nezahrnulo skóre chování, tak způsob krmení by neměl žádný vliv. Když se zahrnulo do výsledků i chování, tak u individuálně krmených koní nebyl žádný rozdíl v hladinách kortizolu před krmením, po krmení ani 30 minut po krmení. Toto ovšem nebyl případ u skupinově krmených koní, kde byly naměřeny velké rozdíly v hladinách kortizolu. Hodnoty 96.0, 79.4 a 80.6 ng/ml byly naměřeny u koní označených za dominantní, což naznačuje, že byli stresováni již před začátkem skupinového krmení. U koní označených jako submisivní nebyly žádné výrazné interakce mezi hladinami kortizolu a chováním, zatímco "neutrální" koně zaznamenali pokles hladiny kortizolu mezi měřením před a po krmení. Závěrem této studie je, že způsob krmení pravděpodobně není zdrojem stresu, ale pro koně je spíše stresující sociální dynamika skupiny (Bennett-Wimbush et al. 2019).

Již bylo zmíněno, že dieta s nízkým obsahem píce nebo vysokým obsahem škrobu může vést k rozvoji abnormálního chování, jako je klkání nebo okusování dřeva. Výživa ovšem může mít vliv i na obecnou reaktivitu koně a prožívání stresových situací. Odstav je pro hříbata velmi stresující událost, protože kojení poskytuje kromě fyzické výživy také pocit emocionálního bezpečí. Výživa by proto v tomto období mohla hrát určitou roli. V této studii byl proveden pokus, kdy se jedna skupina hříbat příkrmovala dietou se škrobem a cukrem (SS) a druhá skupina dostávala příkrmy s obsahem tuku a vlákniny (FF). Diety byly podobné v obsahu stravitelné energie, hrubých bílkovin a mikroživin. Lišily se tedy pouze v rovnováze tuků a nestrukturálních sacharidů. Polovina obou skupin byla odstavena ve stáji a polovina ve výběhu. Hříbata odstavená ve výběhu a krmená dietou FF se zdála být méně stresovaná než hříbata krmená SS, ale zdáli se být i méně ostražitá a častěji se pásala. Hříbata krmená SS a odstavená ve stáji prováděla aktivnější lokomoci, než krmená FF. Byly provedeny další pokusy, například vystavení novému předmětu. Koně krmení FF dietou strávili více času zkoumáním než koně krmení SS dietou. Výsledkem této studie je, že koně krmení FF dietou byli bezprostředně po odstavení méně vystrašení, méně prchliví, ochotnější k manipulaci a nejspíš pozornější a citlivější ke svému okolí, než koně krmení SS dietou. Typ diety má tedy vliv na chování

mladých koní a je zjištělý při specifických testech nebo během stresových období (Nicol et al. 2005).

3.9 Patologie

3.9.1 Onemocnění

Onemocnění související se stresem se dá studovat ze dvou pohledů, a to zda ke stresu dochází v důsledku nemoci a nebo zda má stres důležitou roli v patogenezi, například jestli slouží jako spouštěcí faktor (Ayala et al. 2012).

Ayala et al. (2012) porovnávali kontrolní zdravou skupinu koní se skupinami koní s různými onemocněními (laminitida, AAS (acute abdominal syndrome – akutní břišní syndrom), akutní onemocnění, chronická onemocnění) a po chirurgickém zákroku (kastrace). Zjistili, že k největším změnám v aktivitě HPA osy v důsledku onemocnění dochází především u akutních onemocnění, laminitidě a onemocnění ze skupiny AAS, dále, že největší rozdíly v hladině kortizolu jsou mezi kontrolní skupinou a skupinou s akutním onemocněním. U skupiny s AAS byly zjištěny až třikrát vyšší hodnoty kortizolu než u kontrolní skupiny, což značí, že těžké gastrointestinální onemocnění mají významný vliv na hladinu kortizolu v organismu. Ovšem AAS je spojen s různým stupněm poruch různých gastrointestinálních funkcí a může zahrnovat například hypovolemický šok, dehydrataci, acidobazické a elektrolytové abnormality, endotoxémii, obstrukce střev (koně s touto poruchou měli ze skupiny koní s AAS hodnoty nejvyšší) a dislokaci střeva (koně s touto poruchou měli ze skupiny koní s AAS nejnižší hodnoty). Adenokortikotropní hormon byl nejvíce zvýšený u koní s laminitidou. K největšímu zvýšení katecholaminů docházelo u akutních onemocnění a AAS, pro noradrenalin to byla akutní laminitida. U skupiny s laminitidou byly zjištěny nízké koncentrace adrenalinu (Ayala et al. 2012).

Dysfunkce hypofýzy (pituitary pars intermedia dysfunction – PPID), také známá jako equinní Cushingův syndrom je nejčastější koňská endokrinopatie. Běžnými klinickými příznaky je hirsutismus (nadměrné ochlupení), ztráta osvalení, polyurie (nadměrné močení) a polydipsie (nadměrná žízeň). Všechny tyto příznaky souvisí s vysokým obsahem ACTH v krvi. Koně postižení Cushingovým syndromem často trpí také inzulínovou rezistencí a mají zvýšený obsah glukózy a inzulínu v krvi. U postižených koní je důležitý management. Měli by mít pravidelné korektury kopyt a úpravy zubů, odčervení a dobrou výživu. Koně s hirsutismem je vhodné oholit, aby se zabránilo tepelnému stresu, případně aby se předešlo dermatologickým potížím způsobených pocením (Donaldson et al. 2002).

Laminitida je závažné život ohrožující onemocnění. Jedná se o změny vazby mezi kopytní kostí a vnitřní kopytní stěnou. Příčin laminitidy je spousta, mezi nimi je i endokrinopatie - hyperinzulinémie, která může být způsobena Cushingovým syndromem (Lavado et al. 2023).

3.9.2 Stereotypie

Stereotypie jsou opakující se vzorce chování bez zjevného cíle nebo funkce. Jsou považovány za abnormální, ačkoliv jsou produktem normálních behaviorálních procesů

(Mason 1991). Předpokládá se, že zvířata vykazují stereotypní chování ve snaze vyrovnat se se stresovými podmínkami. Několik studií prokázalo, že obohacení prostředí koně snížilo stereotypní chování, což podporuje fakt, že jsou stereotypie způsobené stresem (Hanis et al. 2021).

Nepřetržitá opakovaná chůze v boxe a tkalcování patří mezi pohybové stereotypie. Jsou to stavy definované jako opakující se chování vyvolané frustrací nebo opakované pokusy o vyrovnání se se situací. Mohou být ale způsobeny také dysfunkcí centrálního nervového systému. Koně toto chování mohou vykonávat několik hodin denně. Mezi důsledky patří snížená tělesná kondice, úbytek hmotnosti, zkrácení doby odpočinku dehydratace v důsledku nadměrného pocení nebo svalová únava. Při chůzi v boxe kůň vykonává neustálou lokomoci v boxe. Pokud se pohybuje stále ve stejném směru, může docházet k abnormálnímu opotřebením kopyt nebo podkov a asymetrii svalů zad. Při tkalcování kůň pohybuje hlavou ze strany na stranu. Tento rytmický pohyb může zahrnovat i krk, přední končetiny a případně i zadní končetiny. Důsledky při tkalcování mohou zahrnovat opotřebením podkov nebo kopyt, natažení vazů a snížení míry zabřeznutí u klisen. Někteří majitelé si myslí, že se lokomočními stereotypiemi snižuje sportovní výkonnost koně. Hlavní rizikové faktory vzniku obou stereotypií souvisí s chronickými stresovými situacemi jako je sociální izolace nebo omezený vizuální kontakt s ostatními koňmi (Muñoz et al. 2021). Typ ustájení může být dalším faktorem ovlivňující rozvoj stereotypií. Zvýšené riziko rozvoje tkalcování je u stájí, kde koně nemají žádný vizuální ani hmatový kontakt s jinými koňmi (Yarnell et al. 2015).

Orální stereotypie jsou běžné u ustájených koní. Mohou se vyvinout při špatných podmínkách ustájení, neuspokojivém managementu nebo při narušení aperitivních funkcí. Zvíře projevuje vhodnou behaviorální reakci na podnět, který ale chybí, takže zvíře přesměruje své chování na alternativní cíle, jako je požívání podestýlky nebo koprofagie (Hanis et al. 2021).

Nejznámější orální stereotypií je klkání, kdy se kůň zapře horními řezáky o pevnou oporu (například dřevěná část ohrady), a pomocí svalů krku, hrtanu a hltanu nasaje (polkne) vzduch. Tato stereotypie sebou nese vážná zdravotní rizika, jako je velké opotřebením zubů nebo zvýšená náchylnost ke kolice (Kádár et al. 2023). Dříve se předpokládalo, že koně začínají klkat z nudy. Novější studie ale ukazují, že zvýšené riziko vzniku klkání se objevuje u koní, jejichž dieta se skládá z malého množství píče a objemného krmiva nebo je naopak složena převážně z jadrného krmiva (Nicol et al. 2002). Podle Nicol (1999) může zvýšenou prevalenci klkání ovlivnit i dieta s vysokým obsahem škrobu. Je možné, že koně začínají klkat aby si zvýšili množství zásaditých slin, které jsou nezbytné pro snížení kyselosti žaludku. Sliny jsou ale vylučovány pouze u žvýkání. Proto koně krmení malým množstvím objemného krmiva nebo velkým množstvím jadrného krmiva neprodukují dostatečné množství slin ke snížení kyselosti žaludku a mohou tak vyhledávat jiný způsob, jak stimulovat příušní slinnou žlázu. Neví se, zda koně dokáží přímo detekovat hladinu kyselosti žaludku, ale mezi kyselostí žaludku a erozím a porušením sliznice jsou silné asociace (Nicol et al. 2002).

Dalšími orálními stereotypiemi je tzv. tooth burnishing, kdy kůň přejíždí přední stranou zubů po kovových mřížích boxu, nepřetržitě olizování předmětů v okolí koně (například napáječky) nebo tzv. tongue-dragging, což je posouvání polohy jazyka bez zjevného důvodu (Kádár et al. 2023).

3.9.3 Naučená bezmocnost

Naučená bezmocnost je psychologický stav, kdy se jedinec naučí, že nemá žádnou kontrolu nad nepříjemnými nebo škodlivými podmínkami a že není schopen tyto podmínky změnit. Výzkum toho, jak se mozek přizpůsobuje stresu, odhalil fyziologický základ pro různé behaviorální důsledky vystavení pro zvíře kontrolovatelným nebo nekontrolovatelným stresorům.

Neurotransmitter dopamin je spojován s chováním vyhledávajícím odměnu a je klíčový pro proces učení. Dopamin se promítá do tří oblastí předního mozku, a to do prefrontální kůry, amygdaly a hippocampu. Opakované vystavení stresujícím zážitkům vyvolává změny v těchto systémech. Například vystavení mírně stresujícím podmínkám zvyšuje uvolňování dopaminu v amygdale. Dopaminová reakce souvisí se zvýšenou aktivitou při nástupu stresoru při pokusu o útěk. Pokud behaviorální reakce nevedou k úniku od stresoru (jako v případech, kdy zvíře stres nemůže kontrolovat), dochází k hluboké inhibici uvolňování dopaminu. Důsledkem je bezmoc či zoufalství.

Naučená bezmocnost bývá laicky často špatně interpretována. Například přehnaný pohyb končetin drezurních koní byl označen jako následek naučené bezmocnosti. V tomto případě se ale jedná spíše o to, že se kůň ve skutečnosti snaží o nedosažitelné posílení, což je od naučené bezmocnosti velmi rozdílné. Je ovšem jiná otázka, jestli drezurní koně předvádějí pohyby “šťastně”, nebo trpí diskomfortem nebo bolestí a jsou pod velkým tlakem (Hall et al. 2008).

Potencionální zdroje

První z potencionálních zdrojů naučené bezmocnosti je omezení pohybu. To bývá používáno při tréninku koně. Metody, používané hlavně v dřívějších dobách (bohužel ne všechny vymizely a lze se s nimi setkat i dnes), byly založeny na znehybnění koně pomocí různých popruhů, provazů nebo “pout”. Jejich cílem bylo si koně podmanit nebo vyvolat zkušenost s bezmocností. Kromě svazování nohou dohromady patří mezi další metody přivázání hlavy koně k jeho ocasu, takže stojí s ohnutým krkem, nebo svázání koně tak, že stojí se zvednutou nohou, klidně i celou noc. Trenéři, kteří tyto metody využívají, se obhajují tím, že jsou koně poté více tvární a tolerantní k jejich dalším tréninkovým metodám.

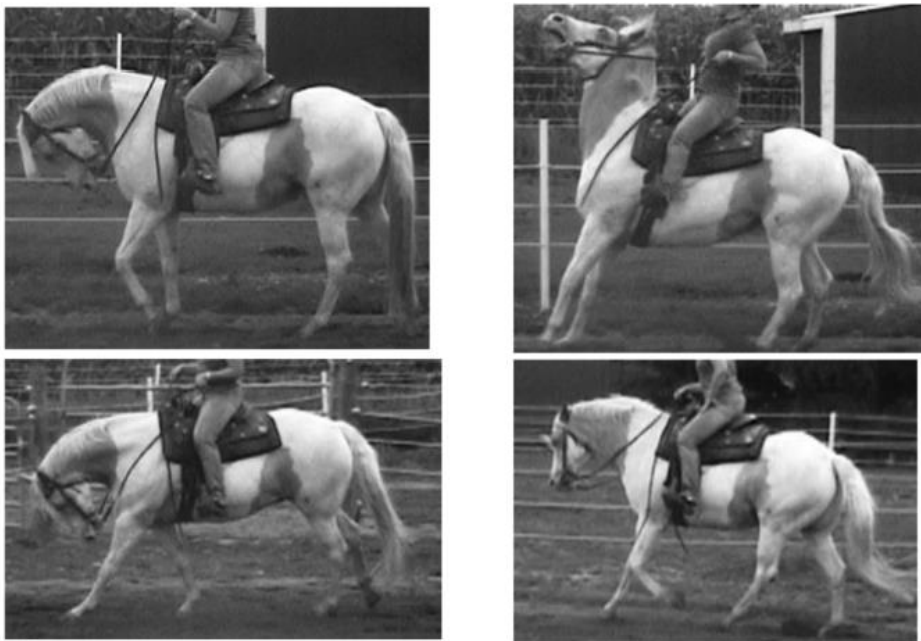
Další metodou omezení je použití fajfky. S její pomocí se ohne horní pysk koně nahoru, což koně zklidní. Tento zklidňující efekt je ale považován za následek uvolnění endogenních opioidů, jako odpověď na bolest způsobenou fajfkou. Výsledkem je odvrácení pozornosti koně od jiného stimulu. Dlouhodobé následky záleží podle trvání a frekvence této procedury a nemusí se tedy projevit, ale jedná se o minimálně přechodnou naučenou bezmocnost.

Omezení pohybu a pozice hlavy pomocí různých pomocných a vyvazovacích oteží je pro koně přinejmenším nepříjemné. Hyperflexe krku, také zvaná jako “rollkür”, porušuje welfare koní. K tomu, aby se zjistilo, jak moc aversivní tréninková metoda je, se musí zjistit, jak se kůň při této metodě cítí. Když bylo koním dáno na výběr, zda budou ježdění v rollküru nebo na klasickém shromáždění, téměř všichni si vybrali klasické shromáždění. V tomto ohledu je ale prostor pro další studie.

Dalším zdrojem bolesti a diskomfortu je udidlo. Velikost, tvar a pozice v hubě koně se velmi liší podle typu, každé z nich ale dovoluje jezdcům regulovat napětí a tlak vyvíjený na

koňskou hubu. Špatné využití vede k bolesti, která může vyústit ve fyzické poškození nebo behaviorální projevy diskomfortu. Tento zdroj diskomfortu je nevyhnutelný, obzvláště pokud jezdec udržuje napětí otěží a vhodně jej neuvolní.

Nekonzistentní tréninkové metody nebo protichůdné povely mohou být dalším zdrojem nevyhnutelných nepříjemných nebo bolestivých zážitků. Extrémním případem může být metoda používaná u některých koní pro western pleasure, kdy se kůň pobídne dopředu pomocí ostruh a zároveň se drží zpět pomocí udidla. Kůň nemůže nabídnout chování, které by vedlo k snížení obou bolestí nebo diskomfortů a tím se to pro něj stává nevyhnutelným averzivním zážitkem. Tato metoda se nazývá “yank and crank” nebo také “jerk and spur” (volně přeloženo jako “škubej a nakopuj” nebo “trhnout a pobídnout”) (Obr. 10) (Hall et al. 2008).



Obr. 10: Příklad “yank and crank” na fotografiích vlevo, protichůdné povely na fotografii vpravo nahoře, zadostiučinění na fotografii vpravo dole. Zdroj: Hall C, Goodwin D, Heleski C, Randle H, Waran N. 2008. Is there evidence of learned helplessness in horses? *Journal of Applied Animal Welfare Science* **11**:249-266.

4 Závěr

Stres je důležitý pro přežití a z toho důvodu je nevyhnutelný. Může vyvolat různé změny v chování, metabolismu nebo neuroendokrinních systémech. Hlavním úkolem organismu ve stresových momentech je zachování rovnováhy, což lze dosáhnout změnou fyziologických parametrů, jako tepová frekvence, tělesná teplota nebo sekrece hormonů, nebo behaviorálními reakcemi, například vzdálení se od stresoru nebo jeho zneškodnění. Vhodná hladina stresu pomáhá motivaci, soustředění a zlepšuje schopnost zapamatovat si prožitek. Vyšší hladina ale zhoršuje imunitní funkce, zvyšuje pravděpodobnost onemocnění nebo zranění a z dlouhodobého hlediska zhoršuje welfare koní.

Kortizol je považován za hlavní měřítko jak krátkodobého, tak dlouhodobého stresu, nicméně existuje mnoho dalších faktorů a metod, jak zjistit, jak kůň stres prožívá. Pokud se měří kortizol za účelem určit krátkodobý stres, odebírají se koni nejčastěji sliny nebo krev. V případě určování dlouhodobého stresu lze využít měření kortizolu v srsti, tzv. hair cortisol concentration. Dalšími zmíněnými faktory pro určení stresu může být měření leukocytárních profilů v krevní plazmě, změny v počtu mrknutí oka nebo změny teploty oka. Tyto faktory nepodléhají cirkadiánním a cirkanuálním změnám sekrece kortizolu. Sekrece kortizolu může být ovlivněna i stářím koně, protože s přibývajícím věkem se může zmenšovat citlivost na ACTH, který je zodpovědný za sekreci kortizolu, nebo se kůň jednoduše naučí pomocí habituace, že určitá situace nevyžaduje stresovou reakci. Pokud se kůň dostane do stresové situace, jeho prvním instinktem je utéct (reakce na fight-flight odpověď). U lovených zvířat je toto běžným úkazem.

Ve svém životě se kůň může setkat se spoustou situací, které pro něho mohou být potencionálně stresující. Mezi tyto situace patří výcvik, trénink a manipulace s koněm, soutěže, kde každá disciplína může vyvolat různou hladinu stresu, vystavení novému prostředí, sociální izolace, proklisny s hříbaty odstav, nebo onemocnění.

Koně se vyvíjeli jako lovená kořist a k tomu se uzpůsobily jejich smysly. Je pro ně životně důležité zachytit pohyb (potencionálního predátora) co nejdříve, aby se od něj stihli dostatečně vzdálit. Za tímto je opět fight-flight odpověď. Například zrak byl proto vyvinut tak, aby kůň viděl takřka 360° okolo sebe a zbývající slepý prostor byl schopen vykryt malým pohybem hlavy. Toto horizontální zorné pole, vhodné pro kořist na otevřené krajině se vyvinulo na úkor zrakové ostrosti, která u koní není příliš velká, naopak je označována za horší, než má většina suchozemských savců.

Tato práce měla za cíl přiblížit zmíněné faktory, průběh stresu a další děje v organismu. K vypracování byly použity informace z odborných vědeckých článků a publikací a byly sestaveny do uceleného přehledu. Proto lze považovat cíl práce za splněný.

5 Literatura

- Apter RC, Householder DD. 1996. Weaning and weaning management of foals: A review and some recommendations. *Journal of Equine Veterinary Science* **16**:428-435.
- Ayala I, Martos NF, Silvan G, Gutierrez-Panizo C, Clavel JG, Illera JC. 2012. Cortisol, adrenocorticotrophic hormone, serotonin, adrenaline and noradrenaline serum concentrations in relation to disease and stress in the horse. *Research in Veterinary Science* **93**:103-107.
- Baragli P, Banti L, Vitale V, Sighieri C. 2014. Effect of aging on behavioural and physiological responses to stressful stimuli in horses (*Equus caballus*). *Behaviour* **151**:1513-1533.
- Bartolomé E, Cockram MS. 2016. Potential effects of Stress on the Performance of Sport Horses. *Journal of Equine Veterinary Science* **40**:84-93.
- Bartoš L, Bartošová J, Starostová L. 2008. Position of the head is not associated with changes in horse vision. *Equine Vet J.* **40**:599–601.
- Bennett-Wimbush K, Mastellar SL, Suagee-Bedore J. 2019. Effect of feeder style on behavior and cortisol concentrations in group-fed horses. *Journal of Equine Veterinary Science* **76**:95.
- Braastad BO. 1998. Effects of prenatal stress on behaviour of offspring of laboratory and farmed animals. *Applied Animal Behaviour Science* **61**:159-180.
- Briant C, Gaudé Y, Bruneau B, Yvon JM, Guillaume D, Bouakkaz A. 2010. Olfaction is not absolutely necessary for detection of the estrous mare by the stallion. In: *International Symposium on Equine Reproduction, 25-31 July 2010*. Lexington, KY: *Animal Reproduction Science* 120–2.
- Bruin G, Kuipers H, Keizer HA, Vander Vusse GJ. 1994. Adaptation and overtraining in horses subjected to increasing training loads. *Journal of Applied Physiology* **76**:1908-1913.
- Budzyńska M. 2014. Stress Reactivity and Coping in Horse Adaptation to Environment. *Journal of Equine Veterinary Science* **34**:936-941.
- Calabrese EJ. Converging concepts: Adaptive response, preconditioning and the Yerkes-Dodson Law are manifestations of hormesis. *Ageing Research Reviews* **7**:8-20.
- Clothier J, Small A, Hinch G, Brown WY. 2022. Perinatal Stress in Immature Foals May Lead to Subclinical Adrenocortical Dysregulation in Adult Horses: Pilot Study. *Journal of Equine Veterinary Science* **111**: 103869.
- Cowan N. 2008. What are the differences between long-term, short-term, and working memory? *Progress in Brain Research* **169**:323-338.

- Cowan N. 2017. Learning and Memory: A Comprehensive Reference. Druhé vydání. Oxford: Academic Press. ISBN 978-0-12-805291-4.
- Davis AK, Maney DL, Maerz JC. 2008. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. *Functional Ecology* **22**:760-772.
- Donaldson MT, LaMonte BH, Morresey P, Smith G, Beech J. 2002. Treatment with Pergolide or Cyproheptadine of Pituitary Pars Intermedia Dysfunction (Equine Cushing's Disease). *J Vet Intern Med* **16**:742-746.
- Donaldson MT, McDonnell SM, Schanbacher BJ, Lamb SV, McFarlan D, Beech J. 2005. Variation in Plasma Adrenocorticotrophic Hormone Concentration and Dexamethasone Suppression Test Result with Season, Age, and Sex in Healthy Ponies and Horses. *J Vet Intern Med* **19**:217-222.
- Erber R, Wulf M, Aurich J, Rose-Meierhöfer S, Hoffmann G, von Lewinski M, Möstl E, Aurich C. 2013. Stress Response of Three-year-old Horse Mares to Changes in Husbandry System During Initial Equestrian Training. *Journal of Equine Veterinary Science* **33**:1088-1094.
- Fazio RH, Pietri ES, Rocklage MD, Shook NJ. 2015. Chapter Three – Positive Versus Negative Valence: Asymmetries in Attitude Formation and Generalization as Fundamental Individual Differences. *Advances in Experimental Social Psychology* **51**:97-146.
- Goldsmith HH, Buss AH, Plomin R, Rothbart MK, Thomas A, Chess S, McCall RB. 1987. Roundtable: What is temperament? Four Approaches. *Child Development* **58**:505.
- Hall C, Goodwin D, Heleski C, Randle H, Waran N. 2008. Is there evidence of learned helplessness in horses? *Journal of Applied Animal Welfare Science* **11**:249-266.
- Hanák J, Olehla Č. 2010. *Klinická fyziologie koní a jejich trénink: od fyziologie k medicíně*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita. ISBN 987-80-7305-131-0.
- Hanggi EB. 2010. Short-term Memory Testing in Domestic Horses: Experimental Design Plays a Role. *Journal of Equine Veterinary Science* **30**:617-623.
- Hanggi EB, Ingersoll JF. 2009a. Long-term memory for categories and concepts in horses (*Equus caballus*). *Animal Cognition* **12**:451-462.
- Hanggi EB, Ingersoll JF. 2009b. Stimulus discrimination by horses under scotopic conditions. *Behavioural Processes* **82**:45-50.
- Hanggi EB, Ingersoll JF. 2012. Lateral vision in horses: A behavioral investigation. *Behavioural Processes* **91**:70-76.

- Hanggi EB, Ingersoll JF, Waggoner TL. 2007. Color vision in horses (*Equus caballus*): Deficiencies identified using a pseudoisochromatic plate test. *Journal of Comparative Psychology* **121**:65-72.
- Hanis F, Chung ELT, Kamalludin MH, Idrus Z. 2021. Do nutrient composition of feedstuffs affect the proportion of oral stereotypies and redirected behaviors among horse working groups? *Journal of Veterinary Behavior* **46**:7-14.
- Harman AM, Moore S, Hoskins R, Keller P. 1999. Horse vision and an explanation for the visual behaviour originally explained by the 'ramp retina'. *Equine Vet J* **31**:384-90.
- Heffner RS, Heffner HE. 1983. Hearing in large mammals: horse (*Equus caballus*) and cattle (*Bos Taurus*). *Behav Neurosci* **97**:299-309.
- Izquierdo I, Medina JH, Vianna MRM, Izquierdo A, Barros DM. 1999. Separate mechanisms for short- and long-term memory. *Behavioural Brain Research* **103**:1-11.
- Jellyman JK, Valenzuela OA, Fowden AL. 2015. HORSE SPECIES SYMPOSIUM: Glucocorticoid programming of hypothalamic-pituitary-adrenal axis and metabolic function: Animal studies from mouse to horse. *Journal of Animal Science* **93**:3245-3260.
- Jeneson A, Squire LR. 2011. Working memory, long-term memory, and medial temporal lobe function. *Learning & Memory* **19**:15-25.
- Jolivald A, Ijichi C, Hall C, Yarnell K. 2023. The mane factor: Compliance is associated with increased hair cortisol in the horse. *Applied Animal Behaviour Science* **258**:105819.
- Kádár R, Maros K, Drégelyi Z, Szedenik Á, Lukácsi A, Pesti A, Besenyey M, Egri B. 2023. Incidence of compulsive behavior (stereotypies/abnormal repetitive behaviors) in populations of sport and race horse in Hungary. *Journal of Veterinary Behavior* **61**:37-49.
- King SL, Hegadoren KM. 2002. Stress Hormones: How Do They Measure Up? *Biological Research For Nursing. Sage Journal* **4**:92-103.
- Koolhaas JM, Korte SM, De Boer SF, Van Der Vegt BJ, Van Reenen CG, Hopster H, De Jong IC, Ruis MAW, Blokhuis HJ. 1999. Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* **23**:925-935.
- Lampe JF, Andre J. 2012. Cross-modal recognition of human individuals in domestic horses (*Equus caballus*). *Anim Cogn* **15**:623-30.
- Lansade L, Lévy F, Parias C, Reigner F, Górecka-Bruzda A. 2022. Weaned horses, especially females, still prefer their dam after five months of separation. *Animal* **16**:100636.
- Larssen R, Roth LSV. 2022. Regular positive reinforcement training increases contact-seeking behaviour in horses. *Applied Animal Behaviour Science* **252**:105651.

- Lavado RA, Lewis J, Montgomery JB. 2023. Continuous digital hypothermia for prevention and treatment of equine acute laminitis: A practical review. *The Veterinary Journal* **300-302**, 106016.
- Lebelt D, Schönreiter S, Zanella AJ. 1996. Salivary cortisol in stallions: the relationship with plasma levels, daytime profile and changes in response to semen collection. *Pferdeheilkunde* **12**:411-414.
- Le Fevre M, Matheny J, Kolt GS. 2003. Eustress, distress and interpretation in occupational stress. *Journal of Managerial Psychology* **18**:726-744.
- Lloyd AS, Martin JE, Bornett-Gauci HLI, Wilkinson RG. 2007. Evaluation of a novel method of horse personality assessment: Rater-agreement and links to behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* **105**: 205-222.
- Malinowski K, Hallquist NA, Helyar L, Sherman AR, Scanes CG. 1990. Effect of different separation protocols between mares and foals on plasma cortisol and cell-mediated immune response. *Journal of Equine Veterinary Science* **10**:363-368.
- Malinowski K, Yee C, Tevlin JM, Birks EK, Durando MM, Pournajafi-Nazarloo H, Cavaiola AA, McKeever KH. 2018. The Effects of Equine Assisted Therapy on Plasma Cortisol and Oxytocin Concentrations and Heart Rate Variability in Horses and Measures of Symptoms of Post-Traumatic Stress Disorder in Veterans. *Journal of Equine Veterinary Science* **64**:17-26.
- Marketon JI, Glaser R. 2008. Stress hormones and immune function. *Cellular Immunology* **252**:16-26.
- Marvan, F a kolektiv. 2017. *Morfologie hospodářských zvířat. Vydání šesté. Brázda, Praha. ISBN 978-80-213-2751-1.*
- Mason GJ. 1991. Stereotypies: a critical review. *Animal Behaviour* **41**:1015-1037.
- Massányi M, Halo M, Mlyneková E, Kováčiková E, Tokárová K, Greň A, Massányi P. 2023. The effect of training loaf stress on salivary cortisol concentrations, health parameters and hematological parameters in horses. *Heliyon* (e19037). DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e19037
- Maurício LS, Leme DP, Hötzel MJ. 2023. How to Understand Them? A Review of Emotional Indicators in Horses. *Journal of Equine Veterinary Science* **126**: 104249.
- Mills DS. 2010. *The encyclopedia of applied animal behaviour and welfare. Vydání druhé. Academic Press, London. ISBN 978-0-12-813251-7.*
- Muhoren S, Lönn M. 2003. *The behaviour of foals before and after weaning in group. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Nutrition and Management, Uppsala.*

- Muñoz L, Donaire C, Salazar T, Ortiz R, Cruces J, Briones M. 2021. Heritability of Locomotor Stereotypies in Chilean Horses. *Journal of Equine Veterinary Science* **105**:103702.
- Murphy J. 2008. Innovative Use of an Automated Horse Walker When Breaking in Young Horses. *Journal of Applied Animal Welfare Science* **11**:228-231.
- Nagy K, Bodo G, Bardos G, Harnos A, Kabai P. 2009. The effect of a feeding stress-test on the behaviour and heart rate variability of control and crib-biting horses (with or without inhibition). *Applied Animal Behaviour Science* **121**:140-147
- Nicol C. 1999. Understanding equine stereotypies. *Equine Veterinary Journal* **31**:20-25.
- Nicol CJ, Badnell-Waters AJ, Bice R, Kelland A, Wilson AD, Harris PA. 2005. The effects of diet and weaning method on the behaviour of young horses. *Applied Animal Behaviour Science* **95**:205-221.
- Nicol CJ, Davidson HPD, Harris PA, Waters AJ, Wilson AD. 2002. Study of crib-biting and gastric inflammation and ulceration in young horses. *Veterinary Record* **151**:658-662.
- Parkinson TJ, Morrell JM. 2019. *Veterinary Reproduction and Obstetrics*. Vydání desáté. W.B. Saunders, St. Louis. ISBN 9780702072338.
- Próchniak T, Rozempolska-Rucinska I, Petrykowska M, Zieba G, Slaska B, Górecka-Bruzda A. 2017. Cognitive abilities of horses in terms of visual and olfactory perception. *Medycyna Weterynaryjna* **73**:48-52.
- Reece WO. 2011. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Vydání druhé. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-3282-4.
- Rivera E, Benjamin S, Nielsen B, Shelle J, Zanella AJ. 2002. Behavioral and physiological responses of horses to initial training: the comparison between pastured versus stalled horses. *Applied Animal Behaviour Science* **78**:235-252.
- Roberts K, Hemmings AJ, Moore-Colyer M, Parker MO, McBride SD. 2016. Neural modulators of temperament: A multivariate approach to personality trait identification in the horse. *Physiology & Behavior* **167**:125-131.
- Roberts SM. 1992. Equine vision and optics. *Vet Clin North Am Equine Pract* **8**:451-7.
- Rørvang MV, Nielsen BL, McLean AN. 2020. Sensory Abilities of Horses and Their Importance for Equitation Science. *Frontiers in Veterinary Science* **7**.
- Rusina R. 2004. *Paměť a její poruchy*. *Neurologie pro praxi*. Available from <https://www.neurologiepropraxi.cz> (accessed April 2024)
- Sabiniewicz A, Borowicz H, Geminiani G, Trawiński J, Hummel T, Laska M. 2023. Behavioral responses of horses (*Equus ferus caballus*) vary in response to potentially threatening odor

- condition and aversive social odor stimuli. *Applied Animal Behaviour Science* **226**:106023
- Sanford J, Ewbank R, Molony V, Tavernor WD, Uvarov O. 1986. Guidelines for the recognition and assessment of pain in animals. *Veterinary Record* **118**:334-338.
- Sankey C, Richard-Yris MA, Leroy H, Henry S, Hausberger M. 2010. Positive interactions lead to lasting positive memories in horses, *Equus caballus*. *Animal Behaviour* **79**:869-875.
- Sauer FJ, Hermann M, Ramseyer A, Burger D, Riemer S, Gerber V. 2019. Effect of breed, management and personality on cortisol reactivity in sport horses. *PLoS ONE* (e0221794). DOI: 10.1371/journal.pone.0221794
- Suwała M, Górecka-Bruzda A, Walczak M, Ensminger J, Jezierski T. 2016. A desired profile of horse personality – A survey study of Polish equestrians based on a new approach to equine temperament and character. *Applied Animal Behaviour Science* **180**:65-77.
- Timney B, Macuda T. 2001. Vision and hearing in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **218**:1567-1574.
- Valenchon M, Lévy F, Fortin M, Leterrier C, Lansade L. 2013. Stress and temperament affect working memory performance for disappearing food in horses, *Equus caballus*. *Animal Behaviour* **86**:1233-1240.
- Valenchon M, Lévy F, Moussu C, Lansade L. 2017. Stress affects instrumental learning based on positive or negative reinforcement in interaction with personality in domestic horses. *PLoS ONE* (e0170783). DOI: 10.1371/journal.pone.0170783
- Visser EK, van Reener CG, Hopster H, Schilder MBH, Knaap JH, Barneveld A, Blokhuis HJ. 2001. Quantifying aspects of young horses' temperament: consistency of behavioural variables. *Applied Animal Behaviour Science* **74**:241-258.
- Wechsler B. 1995. Coping and coping strategies: a behavioural view. *Applied Animal Behaviour Science* **43**:123-134.
- Wong DL, Tai TC, Wong-Faull DC, Claycomb R, Meloni EG, Myers KM, Kvetnansky R. 2011. Epinephrine: A Short- and Long-Term Regulator of Stress and Development of Illness. *Cellular and Molecular Neurobiology* **32**:737-748.
- Yarnell K, Hall C, Royle C, Walker SL. 2015. Domesticated horses differ in their behavioural and physiological responses to isolated and group housing. *Physiology & Behavior* **143**:51-57.
- Yeon SC. 2012. Acoustic communication in the domestic horse (*Equus caballus*). *Journal of Veterinary Behavior* **7**:179-185.