

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra etologie a zájmových chovů



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Zrakové vnímání parkurových koní

Bakalářská práce

Autor práce: Barbora Kudějová

Obor studia: Chov koní

Vedoucí práce: Ing. Martina Janošíková

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

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

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí práce Ing. Martině Janošíkové za cenné rady, odborné vedení a pomoc při zpracování bakalářské práce.

Zrakové vnímání parkurových koní

Souhrn

Zrak patří mezi smysly, umožňující orientaci v prostoru. Zrak je zajištěn pomocí očí, které se skládají z oční koule, zrakového nervu a přídatných orgánů. Přenos zrakového vjemu do mozku je umožněn díky fotoreceptorům. Impulzem pro vznik obrazu je světlo, které vstupuje do oční koule a vyvolává chemické reakce.

Zrak je u koní velmi důležitým smyslem, který využívá po celý den. Kůň je schopen vnímat předměty, které se pohybují v téměř úplném kruhu horizontálního vidění. To je důležité při vyhodnocování hrozeb a interakci s ostatními členy stáda. Kůň využívá idiosynkratickou motorickou laterální, která je ovlivněna emoční hodnotou objektu. Pro neznámé podněty využívá kůň levé oko a pro rutinní situace využívá oko pravé. Kůň je schopen interokulárního přenosu informací, kdy vidí podnět jedním okem a je schopen tento podnět rozeznat i v oku druhém. Zrak úzce souvisí i s pozorností, filtrovat relevantní podněty od irelevantních je pro koně nezbytné. Využívá tedy selektivní pozornosti, jejíž zvláštní formou je nedbalostní slepota. Nedbalostní slepota nastává v případě, kdy je pozornost obsazena úkolem, který vede k selhání pozorování ostatních předmětů v zorném poli. Kůň patří mezi savce s dichromatickým barevným viděním. Je schopen rozlišovat červenou, žlutou, zelenou a modrou barvu od různých odstínů šedi.

Kůň je využíván jako sportovec a pro maximální výkon je důležitý plnohodnotný zrak. Vady zraku jsou pro koně bolestivé a zároveň mohou ukazovat na onemocnění v jiných částech těla. Parkurový kůň využívá vizuální informace pro správné překonání překážky. Mezi obtížné překážky se řadí kolmý skok a jednobarevné překážky nebo překážky umístěné u stěn arény. Při soutěžích jsou koně ve stresu, nejvíce stresující je publikum, které se pohybuje a zároveň mluví. Stres lze měřit pomocí infračervené termografie a míry mrknutí oka. Výkon může být ovlivněn díky vizuoprostorovým schopnostem, kdy lepší výkon podávají samci.

Klíčová slova: kůň, smysly, oko, barva, vidění

Visual perception of show jumping horses

Summary

Sight is one of the senses enabling the orientation in space. The eye is made up of an eyeball, optic nerve and supplementary organs. The transmission of visual perception to the brain is ensured by photoreceptors. The impulse to make an image is light which enters the eyeball and causes chemical reactions.

Equine vision is a very important sense used all day. Horse is available to perceive objects moving almost in a full circle of horizontal perception. The wide range of vision is important for evaluating threats and interactions in the herd. Horse uses idiosyncratic motor laterality which is influenced by emotional value of an object. Horse uses its left eye for unknown objects or situations and its right eye for routine situations. Horse has the ability of interocular transmission of information which allows it to recognize an object seen in one eye in the other eye. Visual perception is also closely connected with attention. To recognize relevant impulse from an irrelevant impulse is necessary for horses. Horse uses selective attention. One of the strange forms of selective attention is inattentive blindness. Inattentive blindness appears when the attention of a horse is taken by a task which leads to failure of perceiving other objects in the field of vision. Horse is a mammal with dichromatic vision. It is available to distinguish red, yellow, green and blue colours from various shades of grey.

Horses are used in sports as athletes therefore the fully developed sight is necessary for maximal performance. Any sight defects are painful and can also indicate disorder in other parts of their body. The show jumping horse uses visual information to safely and correctly get over obstacles. Difficult obstacles in show jumping include vertical jump, one coloured obstacles or obstacles positioned nearby the walls of the arena. Horses get stressed during competitions and the most stressful factor is the audience which moves and speaks during the competition. The stress can be measured thanks to infrared thermography and the rate of blinking. The performance can be influenced thanks to visuo-spatial skills when the better performance is performed by males.

Keywords: horse, senses, eye, colour, vision

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Zrakové ústrojí – Anatomie oka	10
3.1.1 Oční koule	10
3.1.2 Přídavné orgány oka	13
3.2 Zrakové ústrojí – Fyziologie vidění	14
3.2.1 Přenos zrakového vjemu do mozku	14
3.2.2 Chemická podstata vidění	14
3.2.3 Akomodace čočky, zaostřování	15
3.2.4 Adaptace na intenzitu světla	15
3.3 Zrakové ústrojí – Vady zraku	16
3.3.1 Onemocnění rohovky	16
3.3.2 Rány víček	17
3.3.3 Zánět spojivek – Konjunktivitida	17
3.3.4 Periodický zánět oka – Equine Recurrent Uveitis	18
3.3.5 Spinocelulární karcinom oka	19
3.3.6 Glaukom	20
3.3.7 Onemocnění čočky	21
3.4 Zrak koně	22
3.4.1 Vizualní schopnosti koní	23
3.4.2 Zorné pole koně	24
3.4.3 Laterální vidění u koně	26
3.4.4 Rozdíly ve vizuoprostorových schopnostech u hřebců a klisen	27
3.4.5 Barevné vidění u koně	27
3.4.6 Interokulární přenos informací	29
3.4.7 Nedbalostní slepota u koní	29
3.4.8 EquiFACS: Systém kódování pohybů obličeje koní	30
3.4.9 Mrknutí – neinvazivní nástroj pro měření stresu u koně	31
3.4.10 Nebezpečné chování koní spojené se zrakem	32
3.4.11 Vizualní pozornost koní	33
3.5 Schopnost koní překonávat překážky	34
3.5.1 Barva překážky	34
3.5.2 Druh překážky	35
3.5.3 Přiblížení k překážce	35
3.5.4 Enviromentální faktory ovlivňující výkon	36

4 Závěr.....	37
5 Literatura.....	38
6 Seznam obrázků	44
7 Seznam použitých zkratek a symbolů	45

1 Úvod

Zrak je zajištěn pomocí očí. Oko je párovým orgánem, který je chráněn pomocí přídatných orgánů. Zrak umožňuje vnímat světlo, barvy, tvary a slouží k orientaci v prostoru. Pro koně je velmi důležitým smyslem, který využívá při svých každodenních aktivitách, jako je hledání potravy, pohyb v terénu a sledování okolí.

Kůň je v současnosti využíván pro sportovní a volnočasové aktivity. Výcvik koně je se zrakem úzce spojen a ovlivňuje tak užitečnost koně jako domestikovaného druhu. Na koně jsou kladeny vysoké požadavky na vzájemnou spolupráci s člověkem. Pro bezpečné a správné překonání překážky, jsou klíčové vizuální informace, které umožňují koním i jezdcům bezpečně projít celým parkurem. Plnohodnotný zrak je tak jednou z podmínek pro maximální atletický výkon koně i jezdce.

2 Cíl práce

Cílem práce bylo zpracování literárního přehledu o zrakovém vnímání, fyziologii, anatomii oka a schopnosti koní překonávat překážky.

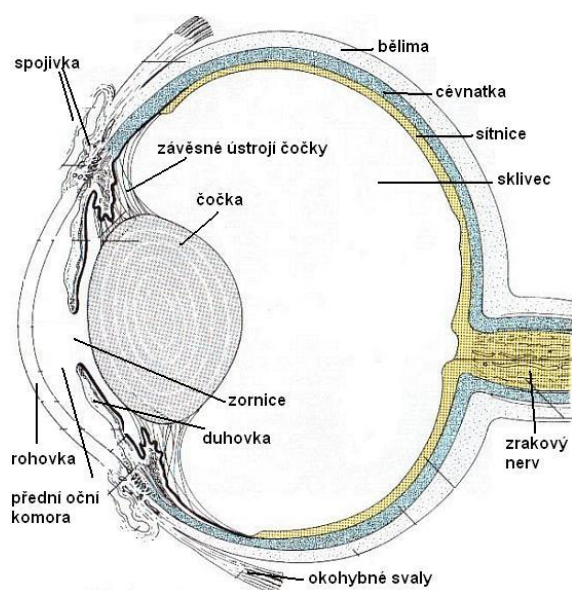
3 Literární rešerše

3.1 Zrakové ústrojí – Anatomie oka

Smyslovým orgánem zraku jsou oči. Stimulem je světlo, a proto je mnoho součástí oka průhledných, aby se světelné paprsky dostaly až k receptorům (Reece 2011). Oko je specializovaným orgánem, který detekuje světlo díky sítnici, jedná se o sofistikované neuronové pole, které je citlivé na fotony. Tento složitý systém vyžaduje koordinaci několika nitročních struktur, které nakonec umožní dokonalé zaostření obrazu na neuronové sítnici (Crooke et al. 2008).

Oko je párový orgán, který se skládá z oční koule (bulbu), zrakového nervu a přídatných orgánů oka (Marvan 2017). Přídatné orgány oka zahrnují oční víčka, spojivky, slzné ústrojí a okohybné svaly. Pohyby očních koulí se uskutečňují pomocí okohybných svalů, které jsou inervovány hlavovými nervy. Umožňují pohyby nahoru, dolů, do stran, otáčení okem a zároveň udržují oční kouli v tukovém lůžku v očníci (Reece 2011).

Oční komory jsou tři. Prostor mezi rohovkou a čočkou rozděluje duhovka na přední a zadní komoru. Zornice umožňuje jejich komunikaci. Obě komory vyplňuje komorový mok. Třetí komoru tvoří sklivcová komora, která se nachází za čočkou a je vyplněna sklivcem (Marvan 2017).



Obr. č. 1: Schématické znázornění oční koule (vertikální řez) (König & Liebich 2002)

3.1.1 Oční koule

Oční koule má kulovitý tvar, je v předozadním směru oploštělá a je uložena v tukovém polštáři očníci. Stěna oční koule se skládá ze tří odlišných vrstev. První (fibrózní) je vazivový obal oční koule, který má dvě části: vpředu je průhledná rohovka, která přechází v bělmo. Střední (vaskulární) vrstva oka je tvořena cévním obalem, který je složený z cévnatky, rostrálně umístěného řasnatého tělesa a centrálně uložené duhovky. Vnitřní (nervovou) vrstvu oka tvoří sítnice (Reece 2011). Uvnitř oka se nachází čočka, sklivce a komorový mok (Marvan 2017).

Cévní obal oční koule tvoří tenká vazivová blanka, obsahující velké množství cév a pigmentu. Rozpadá se ve tři na sebe navazující části, odlišné svou stavbou i funkcí. V zadní části je to cévnatka, která vpředu přechází v řasnaté těleso. Řasnaté těleso rostrálněji přechází v duhovku se zornicí uprostřed. Cévní obal tvoří střední vrstvu oka (Marvan 2017).

Cévnatka (choridea) leží mezi bělimou a sítnicí (Jelínek & Koudela 2003), vystýlá stěnu oční koule a je to silně vaskularizovaná vrstva (König & Liebich 2002). Dorzáně od zrakového svazku se nachází bezcévní nepigmentované lesklé políčko, které má přibližně trojúhelníkový tvar, podmiňující tzv. svícení očí. V tomto místě se světelné paprsky nepohlcují, ale naopak odrážejí, dráždí sítnici, a tím je umožněno lepší vidění v šeru (Reece 1998).

Řasnaté těleso je rostrálním pokračováním cévnatky. Má podobnou strukturální stavbu jako cévnatka, jen obsahuje navíc buňky hladké svaloviny, které vytvářejí sval řasnatého tělesa. Tento sval ovládá akomodaci čočky, která je důležitá pro ostré vidění na různé vzdálenosti. Z volného okraje řasnatého tělesa vystupují závěsná vlákna čočky, která vytváří závěsný vaz. Mezi další funkce řasnatého tělesa patří tvorba komorového moku (Olivier et al. 2004).

Duhovka (iris) je jediná viditelná (zabarvená) část cévnatky, která není spojena s vnější ani vnitřní vrstvou oční koule. Přední plocha duhovky je viditelná přes rohovku a má charakteristickou kresbu. Různé množství pigmentu jí dodává rozličnou barvu (Kottman et al. 2003). Vybíhá z předního okraje řasnatého tělesa a rozprostírá se jako clona před čočkou (Jelínek & Koudela 2003). Množství světla, které může do oka proniknout, je řízeno duhovkou. Její otvor o různé velikosti se nazývá zornice (pupila), u domácích býložravců a prasete je umístěna horizontálně. Duhovka obsahuje dvě skupiny hladkých svalů. První skupinou jsou kruhovitě uspořádané hladkosvalové buňky, inervované parasympatickými vlákny autonomní nervové soustavy a druhou skupinou jsou paprskovitě uspořádané hladkosvalové buňky, inervované sympatikem. Kontrakce kruhové svaloviny zmenšuje velikost zornice a umožňuje vstup menšího množství světla do oka. Kontrakce radiálně uspořádané svaloviny naopak zornici rozšiřuje a do oka pak vstupuje více světla (Reece 2011). Při silnějším osvětlení se zornice zužuje automaticky, naopak při slabém osvětlení se rozšiřuje. Z obvodu zornicového okraje vystupují duhovková zrna, produkující komorový mok. Duhovková zrna jsou nejzřetelnější právě u koně (Marvan 2017).

Rohovka (cornea) tvoří asi jednu pětinu povrchu oční koule. Je bezbarvá, sklovitě průhledná, takže snadno propouští světelné paprsky. Průzračnost rohovky je podmíněna fyzikálními vlastnostmi její tkáně a tkáňového moku, tj. stejným indexem lomu, nepřítomností cév a pigmentu (Marvan 2017). Rohovka je nejhustěji inervovanou tkání v těle, většina nervů je odvozena od oční větve troklanného nervu (Willoughby et al. 2010). Hlavní vrstvu rohovky tvoří snopce lamelózně uspořádaných kolagenních vláken, mezi nimiž leží buňky s plochými jády (fibrocyty), které tak představují stroma rohovky. Tato pravidelně lamelárně uspořádaná vlákna kolagenu dodávají rohovce její průhlednost. Průhlednost rohovky závisí na stupni její hydratace. Normální, průhledná rohovka obsahuje méně vody, než je schopna do sebe nasát (Reece 2011). Neustálé svlažování slzami chrání rohovku před vysoušením. Zevně je rohovka kryta vícevrstevným nerohovatějším dlaždicovým epitelem (Marvan 2017).

Bělina (sclera) udržuje tvar oční koule (Jelínek & Koudela 2003). Je to tuhá bílá blána, která tvoří ochranný obal pro hlubší vrstvy oka. Skládá se z plst'ovitě uspořádaného, málo krveného kolagenního vaziva. V zadní ventrolaterální části je proděravěna řadou drobných otvůrků, kterými procházejí vlákna zrakového nervu ze sítnice (Marvan 2017).

Sítnice (retina) je asi 0,1 mm tenká černá blanka. Vystýlá celou zadní plochu oka a zasahuje až na duhovku. Sítnice je citlivá na světlo a skládá se z deseti vrstev. Sítnice je rozdělena na zrakovou a slepou část (Reece 2011). Zraková část se skládá z pigmentové a nervové vrstvy. Pigmentová vrstva představuje vnější vrstvu sítnice, složené z kubických a cylindrických pigmentových buněk. Tyto buňky jsou tvořené černým barvivem fuscinem, který napomáhá absorpci světla. Nervová vrstva sítnice se skládá z vrstvy zrakových a bipolárních buněk a vrstvy multipolárních neuronů (Marvan 2017).

Zraková část je složena ze světločivých buněk a obsahuje elementy pro černobílé vidění (tyčinky) a buňky pro barevné vidění (čípky). Zajišťují fotopické, skotopické a mezopické vidění. Fotopické (denní) vidění je zajištěné hlavně čípky, skotopické (noční) vidění je zajištěno pouze tyčinkami a mezopické (soumračné) vidění zajišťují jak tyčinky, tak čípky. Fotoreceptory jsou lokalizovány blízko zevního povrchu sítnice. Přenos impulzů je vnitřně směřován ke sklivci. Ve dvou interpolovaných vrstvách gangliových buněk sítnice dochází k setkání impulzů vycházejících z receptorů. Nejhlubší vrstva je z bipolárních a multipolárních neuronů. Jejich axony splývají na papile a opouštějí oční kouli jako zrakový nerv (Reece 2011). Tyčinky jsou tvarem dlouhé a štíhlé a jsou specializovány na vidění v šeru, jelikož obsahují rodopsin (zrakový purpur). Rodopsin je na světlo citlivá látka, která má funkci specifického světelného senzibilátoru. Za snížené intenzity světla dochází ke zvýšení koncentrace rodopsinu v tyčinkách a tím je zajištěna maximální možná reakce s minimálním množstvím světla (Khoshbin-e-Khoshnazar & Pizzi 2014). Čípky mají obdobnou stavbu jako tyčinky, jsou však celkově tlustší a kratší a neobsahují rodopsin. Místem nejostřejšího vidění je malá oblast na zadním pólu oční koule, které se nazývá centrální kruhové políčko. Převládají zde čípky. V místě, kde z oka vychází zrakový nerv, neobsahuje sítnice tyčinky ani čípky. Nedochozí zde k recepci, a proto se tento okrsek nazývá slepá skvrna sítnice (Marvan 2017).

Čočka (lens) je uložena mezi rohovkou a sklivcem. Jedná se o sklovitý kompaktní orgán odpovědný za ostrost obrazu, který se promítá na sítnici. Je upevněna pomocí závěsného aparátu na řasnaté těleso, které se zesiluje směrem k cévnatce. Řasnaté těleso obsahuje tři skupiny vláken hladké svaloviny (sval řasnatého tělesa), které jsou uspořádány různými směry. Svalové kontrakce způsobují pohyb řasnatého tělesa vpřed a vzad a to snižuje napětí závěsného aparátu čočky. Snížené napětí závěsného aparátu umožňuje čočce nabýt normálního klidového tvaru, který je více konvexní (vypuklejší) (Reece 2011). Čočka je bezbarvá, neobsahuje cévy ani nervy a je vyživována komorovým mokem. Uvnitř je čočka tvořena tuhou hmotou, složenou z protáhlých hranolovitých vláken, probíhajících v mnoha vrstvách rovnoběžně s povrchem čočky (Marvan 2017).

Sklivec (corpus vitreum) je průhledná hmota rosolovitá, gelovitá konzistence, vyplňující dvě třetiny oční koule. Skládá se ze sítě fibril, které jsou naplněné sklivcovou tekutinou. Tato síť se směrem k povrchu zahušťuje v membránu, která je k sítnici pevněji připojena pouze u disku zrakového nervu a u pilovitého okraje (Kottman et al. 2003). Sklivec společně s komorovou vodou udržuje nitrooční tlak. Komorová voda je čirá průhledná tekutina, která je svou skladbou podobná mozkomíšnímu moku a tvoří jí řasnaté těleso (Budras et al. 2009). Tvorba komorové vody probíhá neustále, a proto se také musí neustále odvádět. To je umožněno Schlemmovým kanálem. Stejně jako mozkomíšní mok, je i komorová voda vracena zpět do krve. Komorová voda poskytuje výživu neprokrvené čočce a rohovce, odplavuje odpadní produkty jejich metabolismu, vyplňuje prostor očních komor a udržuje tak vzdálenost

mezi lomivými strukturami. Komorová voda udržuje tlak v oku. Nitrooční tlak udržuje normální tvar oční koule a zpevňuje ji (Reece 2011).

3.1.2 Přídavné orgány oka

Činnost oční koule je podporována a proti škodlivým zásahům chráněna přídavnými orgány oka, ke kterým řadíme očníci, víčka, spojivku, obočnici, okohybné svaly a slzné ústrojí (Marvan 2017).

Očnice je hluboká, prostorná, párová, kostěně ohraničená jáma, kde je uložena oční koule, obočnice, okohybné svaly s povázkami, pochva oční koule, tukové těleso, krevní cévy a nervy. Vstup do očnice je dorsálně tvořen čelní kostí, rostrálně kostí slznou, ventrálně jařmovou kostí a kaudálně spojenými výběžky čelní a jařmové kosti (Černý 2004).

Okohybné svaly jsou svaly pohybující oční kouli. Mezi hlavové nervy inervující okohybné svaly patří odtahující nerv, trojklaný nerv, kladkový nerv, okohybný nerv, zrakový nerv (Reeder et al. 2009). Dělíme je na svaly přímé, šikmé a zatahovač oční koule. Dále pak k okohybným svalům řadíme i zvedač horního víčka. Přímé okohybné svaly otáčejí oční kouli nahoru a dolů a při smrštění směřují oční kouli do daných směrů. Šikmé okohybné svaly otáčí oční kouli kolem zrakové osy. Zatahovač oční koule je uložený pod přímými okohybnými svaly a zatahuje oční kouli do tukového lůžka v očníci (Černý 2004).

Očnicové povázky rozlišujeme na povrchové a hluboké. Povrchová oční povázka vzniká v místě vyústění optického kanálu, doprovází obočnici a přiléhá pevně k zevní ploše přímých okohybných svalů. Vpředu vyzařuje do víček. Povrchová oční povázka vysílá k hluboké povázce mezisvalové přepážky. Hluboká oční povázka začíná na rohovkovém okraji bělimy. Vytváří svalové povázky jednotlivých přímých okohybných svalů. Povázka oční koule odstupuje při rohovkovém okraji bělimy, povléká ji, obchází svalové úponky a vzadu přechází do pochvy zrakového nervu. Mezi bělimou a její povázkou se nachází štěrbina, která je vyplněna řídkým vazivem (Budras et al. 2009).

Slzné ústrojí se skládá ze slzné žlázy uložené v očníci, přídavných slzných žláz a z mazových žlázek, které leží na okraji očí víček a jejich voskovitý sekret zabráňuje přetékání slz ze spojivkového vaku ven. Dále se slzné ústrojí skládá ze slzných kanálků, které odvádí slzy do horní části spojivkového vaku, do slzného váčku a slzovodu, který odvádí slzy pryč z oka. Ze slzné žlázy jdou slzy vývody do prostoru mezi bulbem a třetím víčkem a mrkáním se rozšiřují po celém oku. Přebytky slz se z vnitřního koutku odvádějí do nosní dutiny. Produkce slz udržuje oční kouli vlhkou, kluzkou a odstraňuje z ní nečistoty (Reece 2011).

Spojivky jsou membrány, které mají charakter sliznice. Vystylají vnitřní povrch očních víček a přecházejí volným ohrbím na bělimu. Část spojivky na vnitřní ploše víček se nazývá spojivka víčka a její část na oční kouli je pak spojivka oční koule. Prostor mezi nimi vytváří spojivkový vak. Tento prostor je za normálních okolností minimální a představuje rezervoár pro hromadění se slz. V slzném ústrojí se tvoří slzy, které jsou transportovány do spojivkového vaku a odtud do nosních dutin. Produkce slz udržuje oční kouli vlhkou a kluzkou a odstraňuje z ní nečistoty. Díky povrchovému uložení spojivky, je velmi užitečná pro vyšetření barvy sliznic. Růžová barva je normální, vybledlá barva ukazuje na anémii, modrá barva ukazuje na nedostatek kyslíku a žlutá barva souvisí se žloutenkou.

Zdvojením ventromediální části spojivky vzniká třetí víčko – mžurka. Třetí víčko je zesíleno chrupavkou ve tvaru písmene T, která je při bázi obklopena žlázou vylučující slzný film. Je to tenká vrstvička, skládající se z vrstvy hlenu, výměšků slzných žláz a sekreten z meibomských a přídatných mazových žláz (Reece 2011). Při zavírání víčkové štěrbinu překrývá mžurka část vnitřní poloviny oční koule (Marvan 2017).

Obočnice je tuhá vazivová blána, která vystýlá očnicici. Mezi obočnicí a oční koulí se nachází menší množství tuku, který tlumí nárazy oka. Větší tukový polštář pak vyplňuje nadočnicovou jámu (Marvan 2017).

Oční víčka jsou kožní řasy chránící rohovku i celé oko. Víčka chrání struktury oka před vnějšími vlivy, nečistotami a před vyschnutím. Víčková štěrbinu je ohraničena okrajem horního a dolního víčka. Na hranách víček vyrůstají řasy, které tvoří mechanickou ochranu oka. Vnější část víčka je pokryta pokožkou, vnitřní je pokryta spojivkami (Kottman et al. 2003). Na zadní hraně vyúsťují drobnými otvůrky mazové žlázy, jejichž sekret zamezuje přetékaní slz přes okraj víček (Marvan 2017).

3.2 Zrakové ústrojí – Fyziologie vidění

3.2.1 Přenos zrakového vjemu do mozku

Vjemy jsou způsobeny podněty, které vyvolávají dostředivé impulzy. Základní částí smyslových orgánů jsou receptory. Receptorové orgány specializovaných smyslů sluchu a zraku se zařazují do skupiny exteroceptorů. Smyslové receptory přeměňují různé druhy energie na akční potenciály.

Světlo, které vstupuje do oka, prochází přes různé vrstvy transparentních neuronů sítnice, a je zachyceno fotoreceptory v zadní části sítnice (Budras et al. 2009). Přímé spojení do mozku tvoří fotoreceptory, bipolární a gangliové buňky. Neurony sítnice převádějí vizuální informace do nervových impulzů, které cestují zrakovým nervem do mozku, jednak přímou cestou, přes horizontální a amakrinní buňky, nebo axony gangliových buněk přes nervová vlákna na povrchu sklivce, k optickému disku, a pak prudce zahýbají ke zrakovému nervu. Projekční zrakové centrum je umístěno v týlním laloku, zatím co centra, která zajišťují činnost oka, se nachází v prodloužené míše, středním mozku a mezimozku (Willoughby et al. 2010). Mezi další specializované smyslové vnímání se řadí sluch, chuť, čich a orientace v prostoru.

3.2.2 Chemická podstata vidění

Světlo, které vstupuje do oční koule, vyvolá v tyčinkách a čípcích chemické reakce. Chemické látky obsažené v tyčinkách a čípcích se účinkem světla rozkládají. Látka nacházející se v tyčinkách se nazývá rodopsin a látky citlivé na světlo obsažené v čípcích jsou mu velmi podobné. Rodopsin (tzv. zrakový purpur) je pigment citlivý na světlo. Nachází se ve vnější části tyčinek zanořených v pigmentovém epitelu. Vystavení rodopsinu světelné energii bezprostředně vyvolá jeho rozklad. Dochází ke vzniku většího počtu nestabilních meziproductů, které existují jen po velmi krátkou dobu. Stimulace tyčinek proběhne ihned po excitaci molekuly rodopsinu světlem. Podráždění vzniklé zábleskem světlem může přetrvávat po dobu až 0,05 až 0,5 sekundy, a to podle intenzity světla. Rychlé následné světelné záblesky s proměnlivou intenzitou splývají a zdají se být nepřerušovaným světlem (Reece 2011).

Existuje vztah mezi biochemismem vidění a vitamínem A. Nedostatek vitamínu A má za následek nedostatečnou tvorbu rodopsinu. Noční vidění vyžaduje optimální množství rodopsinu a jeho nedostatek v důsledku deficiencie vitamínu A se označuje jako šeroslepost (Reece 2011).

3.2.3 Akomodace čočky, zaostřování

Schopnost oka zaměřit se na vzdálené objekty nazýváme akomodace. Akomodace je zploštění nebo ztlustění čočky, která pak zaostří oko podle potřeby na blízko nebo do dálky. Je to dynamický děj, ve kterém se zvyšuje lomivost čočky, což napomáhá k zaostřování blízkých předmětů (Trojan 2003). Vidění je vždy ostřejší, jestliže vytvořený obraz leží přesně na sítnici (Reece 1998). Průhledná čočka je zavěšena na vlákních závěsného ústrojí, které ovládají její tvar a napětí. Tím se u savců mění její optická mohutnost a ohnisková vzdálenost. Tato vlákna jsou u koní výrazně slabší. Při pohledu do dálky se čočka zploští, při pohledu na blízko se čočka vyklene (Jelínek & Koudela 2003).

Kůň je zvíře přirozeně dalekozraké. Je to díky tzv. rampové sítnici, kdy jsou blízké předměty ležící v krátké vzdálenosti na zemi zaostřovány do bodu nad čočkou. Delší ohniskovou vzdálenost spojenou s bližšími předměty, nedosahuje sítnice lomem paprsků na vypouklé čočce, ale spíše se posune na sítnici dál od čočky a tím vytvoří obraz. Akomodace oční čočky není u koně přesná a často je pozorováno, že má zvíře tendenci se plašit a odklánět od kontaktu s blízkými předměty (Reece 1998). Reece (2011) však uvádí, že rampová sítnice u koně neexistuje.

3.2.4 Adaptace na intenzitu světla

Světelný smysl, kterým je světlo vnímáno jako takové, a stupňování jeho intenzity je nejzákladnější z vizuálních smyslů a je vysoce vyvinutý u obratlovců. Dosažení vysokého standardu citlivosti na světlo zahrnuje určité strukturální specializace v oku. Oči zvířat jsou rozdílně utvářené a lze je rozdělit na denní zvířata (přizpůsobená jasnému světlu), noční zvířata (přizpůsobená temnotě noci) a arytmiická zvířata (přizpůsobená jasnému nebo slabému osvětlení). Oční mikroanatomie nočního a denního oka se velmi liší a v arytmiickém oku je zapotřebí kompromisů. Anatomické rozdíly ve shromažďování světla se vyskytují v organizaci sítnice a optického systému. Velikost oka a jeho různých struktur ovlivňují množství shromážděného světla.

Tapetum lucidum (lesklé políčko) je biologický reflektorový systém, který se nachází mezi sítnicí a cévnatkou. Tapeta lucida u obratlovců vykazuje rozmanitou strukturu, organizaci a složení. Díky tomuto systému je zvýšena vizuální citlivost při nízkých úrovních světla ale naopak při jasném osvětlení může poškozovat zrakovou ostrost. Tapeta lucida klasifikujeme podle umístění a podle povahy reflexních materiálů, který je tvoří (Ollivier et al. 2004). Lesklé políčko umožňuje světlu, které právě stimulovalo receptorové buňky, aby se na ně zpět odrazilo a podráždilo je podruhé (Reece 2011). To je umožněno díky retinálnímu pigmentovému epitelu (RPE), který je obvykle pigmentován v celé sítnici. RPE v oblasti lesklého políčka je však nepigmentovaný, což umožňuje průchod světla (Shinozaki et al. 2013). Kůň má choroidální tapetum fibrosum společně s ostatními kopytníky, velrybami, některými vačnatci a jedním druhem opic. U kopytníků obsahuje lesklé políčko těsně a pravidelně uspořádaná kolagenová

vlákna. Kolagenová vlákna jsou uspořádána do lamel, které se rozvětvují a propojují se se sousedními lamelami na stejné úrovni, rovnoběžně s povrchem sítnice.

U koně se vláknité tapetum lucidum skládá z vrstvy svazků, laminované areolární (volné) pojivě tkáně s duhovým povrchem. Existují čtyři nebo pět vrstev těchto vláken. Centrální tapetum koně je tlusté až 30 mikronů a rozkládá se vodorovně od povrchu optického disku téměř k rovníku a do srovnatelné vzdálenosti svisle nad optickým diskem tak, aby zaujal zaoblený trojúhelník nebo půlkruh. Choroidiální kapiláry pronikají tapetem v pravém úhlu ke kolageovým lamelám a při oftalmoskopickém pozorování se nazývají „hvězdami Winslowa“ (Ollivier et al. 2004).

Přizpůsobení vidění za tmy znamená adaptaci na poměrně temné prostředí. Při vidění za šera dochází k tomu, že v důsledku menšího množství světla nastává vzestup koncentrace rodopsinu a umožňuje tak maximální reakci na to málo světla, které je k dispozici. Adaptace na světlo znamená adaptaci na jasné prostředí. Zvýšená koncentrace rodopsinu se snižuje, protože dochází k jeho rozkladu působením nadbytku světla. Normální vidění se pak vrací, když dojde k vyrovnání koncentrace rodopsinu a množství světla, které je k dispozici (Reece 2011).

Souběžně s adaptačními procesy probíhají zrakové reflexy, které zvětšují nebo zmenšují průměr zornice. V důsledku toho se ve tmě nezvyšuje pouze koncentrace rodopsinu, ale také se zvětšuje průměr zornice. Tím je umožněn vstup maximálního množství světla do oční koule. Na světle se pak naopak koncentrace rodopsinu snižuje a zúžená zornice minimalizuje množství světla vstupujícího do oka (Reece 2011).

Koňské oko zachytí více světelných paprsků než oko lidské. Přizpůsobení na vidění ve tmě ale více oslepí koně než člověka. Ve slunečním světle se pak kůň neoslepí a nereaguje na světlo přivíráním víček jako člověk (Dušek 2011).

3.3 Zrakové ústrojí – Vady zraku

Jedním z předpokladů úspěšné sportovní kariéry a maximálního pracovního využití koně je plnohodnotný zrak. Oční poranění jsou vážné a bolestivé stavy, při kterých je potřebné akutní ošetření. Poranění oka může také sekundárně až traumaticky souviset s poraněním nebo onemocněním v jiných tělesných partiích, například infekčním onemocněním.

Oční a periokulární traumata jsou časté úrazy od lehkých povrchových až po vážnější ohrožující poranění, která mohou způsobit nitrooční poškození. Traumatická poranění oka se mohou objevit u koní, kteří prodělali koliku (Archer 2013).

Velikost oka a jeho vnitřních struktur je nejčastěji studovaná při chirurgickém zákroku, jako je například při náhradě čočky u šedého zákalu. Pozitivní korelace se objevuje u tělesné hmotnosti se všemi očními rozměry s výjimkou čočky a průměru přední komory (Hollis et al. 2019).

Mezi úrazy a onemocnění, které u koní způsobují nejčastější zrakové problémy, patří rány rohovky a víček, zánět spojivek, zánět cévnatky (periodický zánět oka, ERU), glaukom a spinocelulární karcinom oka (Archer 2013).

3.3.1 Onemocnění rohovky

Onemocnění rohovky jsou jedněmi z nejběžnějších postižení zraku koně, patří mezi ně edém rohovky, zánět, opacity, zjizvení a traumata.

Anatomická specifika oka koně a jeho přirozené životní prostředí jej pro vznik traumat rohovky predisponují. Součástí životního prostředí mohou být rostlinné materiály, mechanické součásti boxů a výběhů, odletující šterk a kameny. Při poranění rohovky dochází k náhlé a výrazné bolestivosti, která způsobuje koni stres a může jej učinit neovladatelným (Gilger 2005).

Rány rohovky klasifikujeme podle jejich hloubky na povrchové, hluboké a perforující. Povrchové rány se označují jako eroze rohovky. Zasahují do epitelu rohovky, ale nepostihují stroma (nejsilnější vrstva rohovky). Hluboké rány zasahují různě hluboko do stromatu až na zadní hraniční list. Perforující rány porušují celistvost rohovky a zasahují do přední oční komory. Hojení ran rohovky je proces, kdy je epitel obnovován konstantním cyklem apoptóz povrchových buněk a proliferací buněk z bazální vrstvy (Kottman 2003).

Keratitida je infekce rohovky, která je charakterizována infiltráty nebo zákalý v rohovce. Keratitida se dělí na ulcerativní (tvorba vředu) a neulcerativní formu. Intersticiální keratitida je neulcerativní zánět rohovky s přítomností lézí rohovky, vyplývajících z hostitelské odpovědi na bakteriální, virové a parazitální antigeny nebo z autoimunitní odpovědi bez aktivní infekce rohovky. Intersticiální keratitida je u koní méně častá než povrchová ulcerativní keratitida (Gauthier et al. 2019). Povrchová ulcerativní keratitida zahrnuje povrchové nehojící se vředy rohovky s přítomností chronické ulcerace s nadbytečnými částmi epitelu (Malalana 2016). Povrchová ulcerativní keratitida je spojována s autoimunitními onemocněními a s revmatoidní artritidou (Harthan & Reeder 2013).

Oční ultrasonografie je neinvazivní diagnostická technika, která je indikována, pokud není možné konvenční oftalmologické vyšetření. To zahrnuje koně se zákalem na rohovce, čočce, nebo sklivci. Ultrazvukové vyšetření je zvláště užitečné u koní se závažným edémem rohovky (Diaz 2004).

3.3.2 Rány víček

U koní se rány víček vyskytují poměrně často. Vznikají po zachycení o vyčnívající předmět. Rány víček dělíme na rány tržné, kousné a tržněkousné. Mohou postihnout kůži a podkoží jako povrchové rány nebo mohou postihnout všechny struktury víčka jako rány hluboké (Kottman 2003). Horní víčko je postiženo častěji a je významnější, protože je odpovědné za většinu mrkacího reflexu (Archer 2013).

Hojení ran víček je léčeno pomocí ošetření, konkrétně sešitím. Pokud se rána správně neošetří, mohou vzniknout rozsáhlé jizvy, které mohou být příčinou vzniku ochablosti dolního víčka. Jizvy nacházející se na volném okraji víčka mohou být příčinou dráždění rohovky. Mezi další problémy se pak řadí zánět spojivky nebo rohovky (Kottman 2003).

3.3.3 Zánět spojivek – Konjunktivitida

Zánět spojivek se u koní projevuje oteklými a zarudlými spojivkami. Dochází ke zvýšenému výtoku z oka, který je průhledný až nažloutlý, s tekutou až pevnou konzistencí. Zvířata často mrkají, je to způsobeno vznikajícím zánětem a jasným světlem, které je nepříjemné. Koně mohou svědit oči, což se snaží řešit třením hlavy o různé předměty.

Konjunktivitida může být vyvolána špatnou polohou víček nebo řas. Mezi další příčiny vzniku patří vniknutí prachu, cizích těles, kouře nebo plynu do oka. Konjunktivitida patří k ukazatelům jiných chorob, které se projevují právě zánětem spojivky. Mezi ně se řadí

například kašel, chřipka, zápal plic a jiná zánětlivá onemocnění. Pokud dojde k zánětu v oblasti oka, jako je okraj víčka, je ovlivněna i spojivka.

Konjunktivitida může také nastat při špatné produkci slzné tekutiny a při alergické reakci na různé patogeny, které ovlivňují oko. Dochází k nadměrné reakci lymfoidní tkáně a vytvářejí se zánětlivé uzlíky pod třetím víčkem. Uzlíky dráždí spojivku a způsobují zánět (Loo 2009).

3.3.4 Periodický zánět oka – Equine Recurrent Uveitis

James Wardrop je prvním, kdo popsal „specifický zánět oka“, který je dnes známý pod názvem koňská recidivující uveitida (ERU). Toto onemocnění je také známé pod názvem „měsíční slepota“. Patří mezi autoimunitní onemocnění a jedná se o komplex chorob vztahující se na nitrooční zánět.

Tento zánět zahrnuje část oka zvanou uvea. Uvea je vaskulární a pigmentová tkáň v oku a je složena z duhovky, řasnatého tělesa a cévnatky. Význam tohoto zánětu spočívá na jedné straně v recidivujícím charakteru onemocnění, přičemž opakované recidivy vedou k oslepnutí. Periodický zánět oka se tak řadí mezi nejzávažnější intraokulární zánět koně (Kottman 2003) a postihuje 10 – 15 % koňské populace. Mezi náchylnější plemena k rekurentní uveitidě patří Appaloosa, Německý teplokrevník a tažní koně (Paglia 2004).

Mezi příčiny vzniku ERU patří oční trauma, onemocnění rohovky, katarakty (šedý zákal), ruptury čoček, virové infekce (koňský herpesvirus, adenovirus), bakteriální onemocnění (Leptospiróza a dále v důsledku Streptococcus, Staphylococcus, Acinetobacter, Pseudomonas druhů), plísňové onemocnění (v důsledku Aspergillus a Fusarium druhů), oční parazité (Onchocerca cervicalis, Thelazia), dědičná predispozice, chemické podráždění (Paglia 2004).

V minulosti bylo pravidlem, že kůň onemocněl pouze jednostranně a druhé oko zůstalo zdravé. V dnešní době ale převažuje počet koní, kteří jsou postiženi oboustranně. Postižení vzniká současně nebo po záchvatu jednoho oka nastupuje i onemocnění oka druhého. Výsledkem je pak totální slepota. U koní postižených ERU se vyvíjí katarakty, synechie, glaukom a atrofie očního bulbu (Sandmeyer et al. 2007).

Mezi příznaky akutní uveitidy patří bolestivost, oteklá víčka, šilhání, fotofobie, trhání hlavy. Při očním vyšetření jsou patrné zarudlé tkáně, zakalená rohovka, matný výtok, nízký nitrooční tlak (Sandmeyer et al. 2007). Při akutní uveitidě dochází k celkovému narušení stavu jako je střídání horečky a zimnice, ztráta chuti k jídlu, žízeň, nezdravý vzhled strsti (Paglia 2004). Při opakovaných recidivách přechází v chronickou uveitidu, při které se tvoří adheze duhovky, změny barvy duhovky, šedý zákal, zánět sklivce, cévnatky, zrakového nervu a sítnice (Sandmeyer et al. 2007).

Výsledek léčby závisí na okamžitém a agresivním léčením zánětu. Důležitost je také přikládána mikroklimatu stáje. Ustájení zvyšuje plísňové znečištění, které přispívá k zánětu spojivky. Mezi příčiny zhoršující stav patří nadměrné dávky jadra a sluneční světlo, které indukuje intenzivní oční bolest a fotofobii u koní (Paglia 2004).

Prognóza pro koně s ERU je nejistá až nepříznivá. Celkové uzdravení je možné pouze ve výjimečných případech lehkého stupně onemocnění s krátkým trváním a intenzivní léčbou. Hlavním cílem léčby je redukce aktivního uveálního zánětu a bolestivosti, zachování motility zornice, minimalizování trvalých očních změn, včetně oslepnutí. Existují tři způsoby léčby,

mezi které řadíme konzervativní, chirurgickou a nekonvenční metodu. Mezi nekonvenční způsoby léčby patří akupunktura, homeopatie, aromaterapie, bylinná terapie (Paglia 2004).



Obr. č. 2: Chronické změny spojené s ERU (Sandmeyer et al. 2007)



Obr. č. 3: Akutní ERU se zarudnutím periokulárních tkání, vaskulizací rohovky, zúženou zornicí a srůstem (Sandmeyer et al. 2007)

3.3.5 Spinocelulární karcinom oka

Spinocelulární karcinom oka (OSCC), je zhoubný nádor oka a jeho přídatných částí. U koní je OSCC nejčastějším očním nádorem. Tvoří většinu ze všech očních tumorů, jako jsou například melanom, angiosarkom, lymfom. OSCC může ovlivnit rohovku, spojivku, mžurku a víčka (Drazek et al. 2015).

Onemocnění nejčastěji postihuje koně ve věku osm až třináct let, a může být způsobeno vystavením oka na slunci. Ultrafialové záření způsobuje mutace v genu, který je hlavním regulátorem buněčného cyklu, způsobuje abnormality v apoptóze a stimuluje tvorbu neoplastických buněk (Drazek et al. 2015). Mezi další faktory vzniku onemocnění mohou patřit i viry jako papilomavirus, který zvyšuje imunoreaktivitu u proteinu P16. Při zvýšení toho proteinu dochází k vyvolání onkoproteinu E7. Častější výskyt je u koní se světle pigmentovanou srstí a u plemene hafling (Nasir & Brandt 2013).

Existuje řada možností léčby, která závisí na rysech daného nádoru (umístění, velikost, hloubka invaze). Nejčastěji využívanou metodou je chirurgické ošetření. Toto ošetření je účinné v případech, když se okolo léze nachází dostatečně široká bezpečnostní rezerva. Může být použita i přídatná terapie k odstranění nádorových buněk (Payne et al. 2009). Přídatná léčba může zahrnovat kryoterapii, radiofrekvenční hypertermii, fotodynamickou terapii, imunoterapii, chemoterapii, radioterapii (Plummer et al. 2007). Při kombinaci chirurgické léčby a podpůrné

terapie dochází k menší míře recidivy (Payne et al. 2009). Ve velmi těžkých případech a po neúspěšném opakovaném chirurgickém ošetření a podpůrné léčbě, se provádí enukleace (Kaps et al. 2005).

3.3.6 Glaukom

Glaukom je multifaktoriální neurodegenerativní oční onemocnění, které vede k progresivní ztrátě gangliových buněk sítnice (RGC) a jejich axonů, které tvoří optický nerv. Konečným výsledkem je slepota. Glaukom se nejčastěji vyskytuje u koní, kteří trpí periodickým zánětem oka (ERU).

Rizikovým faktorem pro vznik glaukomu je zvýšený nitrooční tlak. Nitrooční tlak je rovnováha mezi produkcí komorového moku a jeho odtokem. Komorový mok působí na zásobování metabolických potřeb nitroočních struktur a je produkován primárně kontinuální sekrecí z ciliárního tělesa (Michau 2017). Kapalina musí z oka neustále vytékat ven, to se uskutečňuje pomocí konvenčního a nekonvenčního odtoku (Utter & Brooks 2011). Konvenční odtok je zajištěn pomocí pektinových vazů prostřednictvím trabekulární sítě. Nekonvenční (uveosklerální) odtok je zajištěn absorpcí komorového moku duhovkou a řasnatým tělesem. Uveosklerální odtok u koní je rozsáhlý.

U koní se vyskytuje vrozený, primární a sekundární glaukom. Nejčastěji je indikován sekundární glaukom. Sekundární glaukom označuje zvýšený nitrooční tlak s identifikovatelnou patologickou příčinou jako je trauma, luxace čočky, nitrooční neoplazie a ERU. Klinické příznaky ERU jsou hlášeny u 85 % případů sekundárního glaukomu. Zánět může vést k sekundárnímu glaukomu tím, že způsobuje přední a zadní synechii a akumulaci červených krvinek, což vede k blokování odtokových cest. Primární glaukom se vyskytuje zřídka, zejména u straších koní (Michau 2017). Primární glaukom je charakteristický zvýšeným nitroočním tlakem a optickou neuropatií bez rozlišitelné patologické příčiny (Utter & Brooks 2011). Vrozený glaukom je u koní vzácný, ale je hlášený u plnokrevných a arabských koní.

Jediným klinickým příznakem glaukomu je zvýšený nitrooční tlak a s tím spojený edém rohovky. Edém rohovky se při malém zvýšení nitroočního tlaku nemusí projevit. Progresi neurodegenerativních změn ovlivňují další faktory. Mezi tyto faktory patří stárnutí, genetické predispozice, environmentální faktory, snížený průtok krve v oku, remodelace extracelulární matrice v lamina cribrosa (lamina cribrosa je specializovaná extracelulární matrice kolagenových vláken, obklopujících zrakový nerv), subklinický zánět, oxidační stres, glutamátová toxicita, mitochondriální dysfunkce, selhání transportu axonů a ztráta synaptické konektivity.

Nejčastěji se glaukom vyskytuje u koní plemene Appaloosa, Quater Horse, Paint Horse. Appaloosa trpí zvláště agresivní formou glaukomu, spojenou s ERU, která špatně reaguje na terapii (Michau 2017). Zvýšené riziko pro vznik glaukomu je u geriatrických koní straších patnácti let (Malalana 2016).

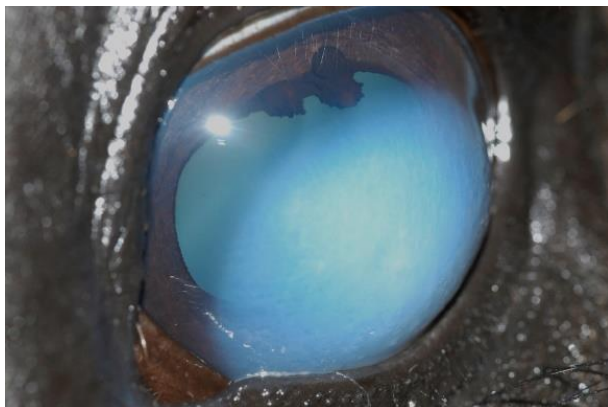
Diagnostika glaukomu u koně je stanovena na základě klinických příznaků. Nevýhoda diagnostiky glaukomu u koně oproti člověku je nemožnost pozitivně diagnostikovat glaukom dříve, než se vyskytne poškození sítnice. Zvýšený nitrooční tlak se hodnotí pomocí ruční aproximace nebo odrazové tonometrie. Získání přesného nitroočního tlaku u koně je náročné. Zdravý kůň má nejvyšší nitrooční tlak na konci dne a minimální během noci. U koní

postižených glaukomem nezůstává nitrooční tlak trvale zvýšený, což má za následek kolísání klinických příznaků a činí diagnostiku a terapii náročnou.

Terapie je primárně zaměřena na snížení produkce komorové tekutiny a snížení nitroočního tlaku. Terapie zahrnuje farmakologické a chirurgické ošetření. Vizualní schopnosti oka jsou zachovány v časných stádiích glaukomu a zrak může být zachován i při buphthalmické (zvětšené) oční kouli. Koňské oko je více tolerantní ke zvýšenému nitroočnímu tlaku než například u psa. Schopnost zachování zraku u zvětšené oční koule je výsledkem větší elasticity koňské vláknité tuniky (tunica fibrosa). Ztráta zraku nastává při ztrátě axonů ze zrakového nervu, zeslabení cév sítnice a vizuální deficity (Michau 2017). Chronicky bolestivé a slepé oči by měly být ošetřeny pomocí chemické ablace ciliárního tělesa nebo eneuklace (Malalana 2016).



Obr. č. 4: Luxace čočky a glaukom po traumatu (Michau 2017)



Obr. č. 5: Glaukom s fokálním těžkým edémem rohovky (Michau 2017)

3.3.7 Onemocnění čočky

Čočka je relativně dehydratovaná struktura bohatá na proteiny, která je odpovědná za lom světla propouštěného směrem k fotoreceptorům neurosenzitivické sítnice. Mezi onemocnění čočky řadíme katarakty, vrozené nekatarakózní abnormality, luxace a subluxe čočky (Matthews 2004).

Katarakta (šedý zákal) je definována jako jakákoli opacita nebo změna optické homogenity čočky, zahrnující přední epitel, kůru nebo jádro (Malalana 2016). U koní patří

katarakta mezi nejběžnější poškození čočky a zřídka zahrnuje celou strukturu čočky (tj. úplnou kataraktu). Kompletní katarakta je vždy spojena se zjevným a výrazným zrakovým postižením. Neúplné katarakty způsobují vizuální dysfunkci (Matthews 2004). Šedý zákal se vyskytuje u 58,5 % koní starších patnácti let, u 7 % koní s jinak klinicky normálníma očima (Malalana 2016) a u 35 % hříbat s očními lézemi (Townsend 2017). Katarakty dělíme na získané a vývojové. K získaným dochází v důsledku vlivů vznikajících vně čočky (nitrooční onemocnění, ERU), vývojové katarakty jsou výsledkem přerušeno vývoje a narůstání krystalické čočky v děloze. Šedý zákal u koní patří mezi dědičné choroby.

Čočka má vysoké hladiny buněčných proteinů. Ty zahrnují především ve vodě nerozpustné buněčné membránové proteiny skupiny cytosolových krystalinů, jejichž exprese je hlavním určujícím faktorem jedinečných optických vlastností čočky. Za ztrátu optické homogenity jsou zodpovědné fyzikálně-chemické procesy jako například akumulace abnormálního množství nerozpustných krystalických agregátů v cytoplazmě, degenerace buněčných membrán, mineralizace, prostorové zkreslení tvaru čočky po dehydrataci. Mezi vnější faktory patří UV záření, ionizující záření a toxiny (Matthews 2004).

Léčbou katarakty je chirurgické odstranění čočky. Fakoemulgace je technika výběru odstranění čočky, s nebo bez implantace intraokulární čočky (Millichap & Dziezyc 2000). Umístění intraokulární čočky obnoví normální refrakční stav, ve kterém jsou vzdálené objekty jasně zaostřeny na sítnici. Bez umístění nitrooční čočky je oční koule hypermetropická, to má za následek rozmazání obrazu (Townsend 2017). Úspěšnost vidění bezprostředně po operaci je dobrá, avšak pouze 26 % koní zůstane vizuální 2 roky po operaci (Malalana 2016).

Mezi vrozené nekatarakózní abnormality čočky se řadí Ectopia lentis, což je vzácná anomálie způsobená selháním vezikuly čočky během časně embryogeneze. Další abnormalitu je cysta předních subepiteliálních čoček, která negativně ovlivňuje vidění ale je možné chirurgické ošetření. Získaná luxace a subluxace čočky se vyskytuje po traumatu, uveitidě a glaukomu. Luxace se vždy stává šedým zákalem a výrazně poškozuje zrak, léčbou je implantace intrasklerální silikonové protézy (Matthews 2004).

3.4 Zrak koně

V rámci současného vztahu člověk-kůň je kůň primárně zapojen do široké škály sportovních a volnočasových aktivit a je základem průmyslového odvětví značného obchodního významu. Zrak je pro koně velmi důležitým smyslem, který využívá během každodenních aktivit. Koně jsou aktivní za dne, soumraku, svítání a noci, a mají oči navrženy tak, aby měly vysokou citlivost pro vidění v šeru a zároveň dobrou vizuální ostrost při vyšších úrovních světla (Carroll et al. 2001). U koně je vyvinutý vizuální systém, který je zvláště citlivý na tlumené světlo a pohyb. V přirozeném prostředí koně je zrak jedním z nejdůležitějších smyslů. Využívá ho při hledání potravy, vyhýbání se překážkám a při pohybu v terénu. Nejdůležitější význam zraku je však v ochraně koně před predátorem, kdy kůň musí rozeznat sebemenší nebezpečí.

Zrak koně je důležitý při zkoumání koňského učení a jeho důsledcích při výcviku. Koně mají velkou schopnost učit se, tvořit a porozumět konceptům. Behaviorální učební procesy jsou se zrakem úzce spojeny a ovlivňují nejen atletický úspěch, ale také užitečnost koně jako domestikovaného druhu (Murphy & Arkins 2007).

3.4.1 Vizuální schopnosti koní

Vizuální smysly zahrnují vnímání světa, barvy, formy, prostoru a pohybu (Ollivier et al. 2004). Kůň je schopen rozlišit určité předměty ve svém postranním zorném poli a je schopen detekovat objekty, které se nacházejí v téměř úplném kruhu horizontálního vidění. Pokud se objekt nachází směrem dozadu, má kůň problémy s rozlišením. Pro lepší rozlišení objektu kůň využívá natočení nebo naklonění hlavy směrem k předmětu. Pokud je koni omezeno přímé vidění objektu, například pomocí moc krátkých otěží nebo použitím klapků či jiných stínítek na oči, může tak být narušena přesná identifikace objektů v prostředí. To může vést ke zvýšenému stresu, který se u koně projevuje jako tzv. flight instinct, který je i přes nízké ohrožení predace u koně stále velmi silný (Hanggi & Ingersoll 2012). Letová reakce může být reflexem, který nastane dřív, než si kůň skutečně uvědomí stimul (Gabor et al. 2019). Když je tedy kůň vyděšený, snaží se uprchnout z vnímaného nebezpečí (Hanggi & Ingersoll 2012).

Koně mají vysokou schopnost souběžné diskriminace (schopnost naučit se operativně reagovat pouze na jednu sadu podnětů pro více než jednu sadu podnětů současně aplikovaných), tuto schopnost mají koně srovnatelnou pouze ze slony a proto se řadí mezi intelektuální obry mezi domácími zvířaty. Souběžná diskriminace je velmi prospěšná při trénovatelnosti koní. Trénovatelnost a intelekt mají značný význam při reakci na jemné podněty, mezi které se řadí i vizuální podněty. V rozlišovacích schopnostech koně vynikají například nad ovci, zebrami nebo osly (Murphy & Arkins 2007).

Vizuální systém koně je obecně přizpůsoben pro optimální vidění na zemi. Je to z důvodu umístění zdrojů potravy na zemi nebo v její blízkosti a tím jsou i podněty, které jsou zde umístěny pro koně výraznější (Hall & Cassaday 2006). Pokud kůň sníží hlavu, aby pozoroval podněty na zemi, obraz se promítne na nejcitlivější oblast sítnice (Hall 2007). Toto se dá využít i při učení koní k plnění úkolu a to tak, že se daný podnět dá na zem (Hall et al. 2003).

U koní je prokázána generalizace podnětů. Generalizace stimulu znamená, že zvířata mohou být schopna vytvářet asociace mezi širším spektrem podnětů. Koně jsou schopni pomocí generalizace předpovídat posílení pomocí vizuálních nebo taktilních stimulů. Koně jsou schopni rozlišovat mezi různými vizuálními podněty, například rozlišení dveří nebo kbelíku, aby získali odměnu (Christensen et al. 2008). Vizuální vzorce jsou využívány při reakci na více podnětů, které sdílí společnou charakteristiku. Koně jsou schopni vytvářet kategorie na základě fyzických podobností podnětů. Schopnost formovat kategorie je důležitá, protože umožňuje zvířatům klasifikovat podněty, s nimiž se setkávají poprvé (Murphy & Arkins 2007).

Koně mají dobrou paměť o svém prostředí a existuje u nich adaptivní odpověď při vnímání a reakci, obvykle vyhýbáním se na malé změny ve známém prostředí. Práh prožívání strachu je u domácích koní ve srovnání s jejich divokými předky značně zvýšen a prahová reakce se projevuje, jakmile je toho prahu dosaženo. Takové reakce na strach jsou nežádoucí, protože představují bezpečnostní riziko pro člověka i pro koně a schopnost koní navyknout si na jinak děsivé podněty výrazně zvyšuje bezpečnost.

Mezi procesy, které pomáhají koni přizpůsobit se dynamickému prostředí, patří habituace. Ta je definována jako ubývání citlivosti vůči neutrálním podnětům, které nevedou k žádnému posílení (negativnímu nebo pozitivnímu) a působí ke snížení reakcí na neškodné předměty (Rankin et al. 2009). Habituace je u koní relativně stimulační a pro generalizaci objektu je klíčový vysoký stupeň podobnosti objektu, nelze ale očekávat, že koně dokáží

zobecnit nový objekt s mírně odlišnými vlastnostmi, než má kůň zažitý v paměti (Christensen et al. 2008).

Zvířata, která jsou kořistí, jsou zvláště selektivní na to, jaké podněty habituuji, protože ignorování skutečné hrozby by mohlo mít fatální následky (Hemmi & Merkle 2009). Habituace specifická pro stimulaci je prospěšná v přírodě, kdy změny vzhledu mohou signalizovat, zda predátor loví nebo ne. To znamená, že kořistní zvířata neunikají před odpočívajícími predátory, zatímco lovící predátoři vyvolávají „flight instinct“ (Christensen et al. 2008). Pro koně je návyk na objekt relativně stimulačně specifický a tvar, barva jsou důležitými faktory pro rozpoznávání objektů. Je tedy možné zvýšit generalizaci objektů u koní tím, že se zvykají na různé barvy a tvary současně (Christensen et al. 2011). Habituace tedy umožňuje zvířatům odfiltrovat irelevantní podněty a selektivně se soustředit na důležité podněty, což je předpokladem pro jiné formy učení (Rankin et al. 2009), jako je trénink koní, kdy zvíře musí potlačit své vrozené chování, aby se vypořádalo s několika aspekty výcvikového prostředí (Creighton 2007). Pro učení koní je výhodné habituovat je na několik děsivých objektů, vyvolávajících strach současně a naučit je tak reagovat klidněji. Stres při tomto učení je vyšší oproti předkládání jednotlivých děsivých předmětů. Při postupné habituaci se ale stres kumuluje a vyvolává silnější reakci a tím se doba navykání prodlužuje (Christensen et al. 2008).

Sociální a observační učení umožňuje přesnou imitaci, toho se v chovu koní využívá při výcviku mladých koní. Starší koně předávají své zkušenosti mladším pomocí následování, jako je například sledování zkušenějších koní v překonávání překážek, společný transport, kování (Murphy & Arkins 2007).

Koně jsou schopni rozlišovat velmi jemné vizuální podněty mezi velkým počtem jiných podnětů a reagovat na ně pomocí již dříve naučených reakcí. Pomocí vizuálních vzorců, jsou koně schopni formovat základní pojmy pro řešení stejných problémů. Pro koně je ale zároveň obtížné modifikovat dříve získané odpovědi na konkrétní stimul. V počátečním výcviku je tedy výhodnější zvolit odlišné podněty pro různé úkoly a tím urychlit tréninkové postupy (McCall et al. 2003).

3.4.2 Zorné pole koně

Zorné pole je pro zvíře oblast v prostoru, který při pohledu kompletně vidí. Čím jsou oči umístěny více po straně hlavy, tím je zorné pole větší. Předměty, které se nacházejí za tělem zvířete, mohou vidět malým natočením hlavy. Jestliže se zorná pole obou očí překrývají, překrývající se plocha prostoru je viděna binokulárně (prostorově). Binokulární způsob vidění je častý u zvířat, která se živí lovem. U býložravých zvířat jsou oči umístěny více po stranách hlavy a mají tak větší zorné pole monokulárního vidění. To jim poskytuje větší ochranu při pastvě, pokud jde o průběžné pozorování okolí a zpozorování pronásledovatele. U všech domácích zvířat existuje různě velká zóna binokulárního vidění a to bez ohledu jak laterálně mají uložené oči (Reece 1998).

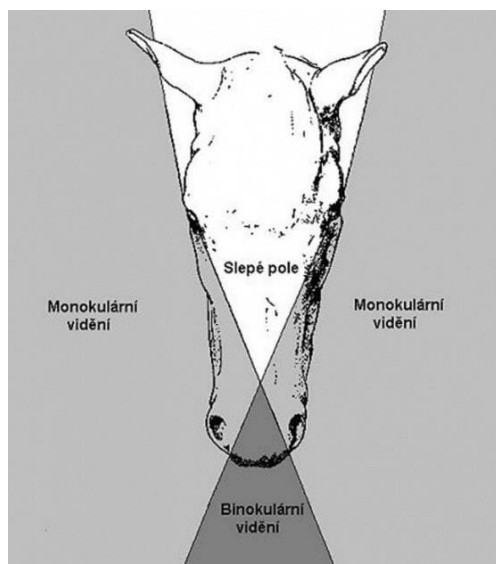
Velké oči koně jsou umístěny anterolaterálně, což jim poskytuje mnohem širší zorné pole než organismům s čelně umístěnými očima (Hanggi & Ingersoll 2012). Široké zorné pole je prospěšné pro kořist, jako je kůň (Timney & Macculda 2001). Hodnoty pro uniokulární zorné pole jsou v maximálním rozsahu 215 - 228°, s průměrnou hodnotou 190 - 195°, což poskytuje koni téměř úplný kruh horizontálního vidění (Hanggi & Ingersoll 2012). Vidění koně je více

vyvinuté pro detekci přístupu predátora z jakéhokoli úhlu, než pro přesnou vizuální identifikaci stacionárních objektů, zejména těch, které jsou vidět na dálku (Saslow 2002). Pro koně je také důležitá schopnost identifikovat co se objevuje na periférii, jinak by zvířata, jako je kůň, mohla zbytečně utrácet cennou energii reakcí na nespočet neohrožujících událostí. Právě z tohoto důvodu je pro ně důležitá laterální a kaudoaterální zraková ostrost (Hangji & Ingersoll 2012). Ostrost vidění při čelním vidění je u koně 20/30 na Snellenově stupnici, to je méně oproti člověku ale více než u psa nebo kočky (Timney & Maculda 2001).

Prostředky, kterými vizuální systém zlepšuje schopnost detekovat minimální úroveň světla, jsou v rozporu s dobrou ostroší zraku a snižuje se tak schopnost řešit podrobnosti vizuálního vzoru. Čím nižší je poměr gangliových buněk k fotoreceptorům, tím citlivější je oko na minimální hladiny světla. U koně je poměr fotoreceptorů a gangliových buněk vysoký, proto celkové vidění koně je méně schopné poskytovat informace o vizuálních detailech, zejména ve stacionární scéně (Saslow 2002). Ehrenhofer et al. (2002) zjistili, že ve většině částí sítnice koní byly mezi gangliovými buňkami velké mezery, z nichž většina je velká a má vstup z mnoha amakrinních buněk. Rychlé vedení axonů těchto velkých gangliových buněk a jejich spojení s amakrinními buňkami značí, že kůň je zvláště citlivý na jemné změny v osvětlení a pohybu stimulu, což má za následek rychlou reakci koně na náhlý pohyb v periferním zorném poli.

Kůň se vyznačuje tím, že oproti primátům má nízkou hustotu gangliových buněk na sítnici, ale je zaznamenána přítomnost 1 – 2 mm vysokého, dobře definovatelného horizontálního vizuálního pruhu, který obsahuje vysokou hustotu gangliových buněk a poměr fotoreceptorů a gangliových buněk klesá. Hustota gangliových buněk je největší na časovém konci vizuálního pruhu, což odpovídá oblasti zodpovědné za binokulární vidění. Binokulární část zorného pole je umístěna pod nosem koně a je omezena na 65° a 80°. Vizuální pruh překrnuje šířku sítnice a dá se tak předpokládat, že koně mají ve svých postranních polích dobrou zrakovou ostrost (Guo & Sugita 2000). Vizuální pruh je umístěn ve ventrální části horizontálního lesklého políčka. Spolupráce mezi těmito systémy zajišťuje dobré mezopické (soumračné) a scoptické (noční) vidění v horizontálním zorném poli (Shinozaki et al. 2013). Saslow (2002) však tvrdí, že i při přítomnosti vizuálního pruhu na koňské sítnici, není jisté, že se vizuální schopnosti koní rovnají vizuálním schopnostem primátů.

Kůň má i několik slepých oblastí, v první řadě jde o slepé místo vedoucí dopředu kolmo na čelo koně, jedno pod nosem a další směřující přímo dozadu (Timney & Macuda 2001).



Obr. č. 6: Zorné pole koně (Reece 1998)

3.4.3 Laterální vidění u koně

Lateralita se projevuje jako morfologický, smyslový a funkční stupeň asymetrie. Jedná se o nerovnoměrné využívání párových hybných (končetiny) a sensorických (oko, ucho) orgánů. Lateralita je odrazem dominance mozkových center (Murphy & Arkins 2006). Primárně je idiosynkratická motorická lateralita geneticky předurčena. Mezi další faktory ovlivňující lateralitu patří prostředí (Murphy et al. 2005).

Idiosynkratická motorická lateralita u koně je zjištěna nejen na úrovni jedince ale i na úrovni populace. Motorické chování koní je ovlivněno pohlavím a vykazují podobný vzorec jako pes domácí. Samci koní vykazují levostranné laterální motorické chování, zatímco samice vykazují významnou preferenci pravých lateralizovaných odpovědí. Primární příčiny tohoto jevu mohou být pozorovány již při porodu podle přední končetiny. Přední končetina, která vychází při narození jako první, určuje idiosynkraticou motorickou lateralitu. Mezi další vodítka pro určení lateralitu, je počáteční volba strany při kojení hříběte (Murphy et al. 2005), preference chodidla k zahájení chůze, preference chodidla pro cval (Murphy & Arkins 2007) nebo rotace chlupů (Murphy & Arkins 2006).

Dobré boční vidění je výhodné nejen s ohledem na predátorskou hrozbu, ale také pokud jde o každodenní existenci ve stádě. Koně patří mezi stádová zvířata, která spolu interagují. Rychlé rozpoznání jednotlivců, kteří se přibližují z různých směrů, koni umožňuje pozorovat události, ke kterým došlo ve větší části jeho okolí, a účinně na ně reagovat (Hanggi & Ingersoll 2012).

Vizuální lateralita je u koní ovlivňována i emoční hodnotou objektu (pozitivní, neutrální, negativní). Emoční valence stimulu vyvolává specifický obrazec vizuální lateralizace. Koně používají své binokulární vizuální pole pro pozitivní podněty, pravé monokulární vizuální pole pro nové objekty a levé monokulární vizuální pole pro negativní objekty (De Boyer Des Roches et al. 2008). Farmer et al. (2010) uvádí, že koně upřednostňují levé oko pro skenování neznámé osoby a pokud byl hrozivý předmět na levé straně, koně byli ve větší vzdálenosti od předmětu, než když byl na pravé straně. Levá hemisféra, tedy pravé oko řídí reakce v rutinních situacích, zatímco pravá hemisféra reaguje na nové události a projevy intenzivních emocionálních stavů

jako je agrese, strach a únikové chování. Lateralizace vizuálních a čichových reakcí je na sobě nezávislá (De Boyer Des Roches et al. 2008).

Při srovnání mladých (jednoročních) a starších koní, kteří již prošli tréninkem, vykazují obě skupiny asymetrickou reakci na příchod člověka. Mladí koně vykazují více negativních reakcí, když se člověk přiblíží z levé strany a při dotyku na jejich levé rameno, většina koní unikne nebo vyhrožuje kousnutím. Při dotyku na pravé rameno, vykazují mladí koně pozitivní reakci. U starších, trénovaných koní se asymetrie zmírňuje a koně reagují pozitivně na kontakt z obou stran (Sankey et al. 2011).

Lateralita má negativní vliv na sportovní výkon koně. Preferenční strana se u koní liší, například u vyšších a užších koní je preferován levý výběr (Murphy & Arkins 2007). U koně je maximální biomechanické a motorické účinnosti dosaženo, když jde rovně. V důsledku toho tvoří „přímocharost“ podstatu základního výcviku. Lateralita u koně může být zděděna. Z tohoto důvodu je důležité u sportovních koní pečlivé vyšetření chůze. U parkurových koní je dále důležitá diagnostika preferovaného vedení. Někteří koně lépe pracují na levé nebo pravé ose, pro to aby kůň provedl fázi skoku správně, je potřebné preferované vedení, které vede k dobré rovnováze koně. Dobrá rovnováha je důležitá pro pohyb a pro skákání (Murphy et al. 2005).

3.4.4 Rozdíly ve vizuoprostorových schopnostech u hřebců a klisen

Vizuoprostorová schopnost je definována jako mechanismus, který umožňuje jednotlivcům sledovat jejich měnící se prostorové vztahy, když se pohybují ve svém prostředí. Existují genderové rozdíly ve vztahu k vizuoprostorovým schopnostem u mnoha druhů zvířat, lidí i koní. Rozdíly mezi pohlavími jsou v posledních desetiletích stabilní, navzdory rychlým sociálním změnám. Hipokampus, stejně jako mnoho struktur v mozku, není při narození zcela zralý. Hipokampus je důležitý při navigaci a při úkolech spojených s prostorem.

Obecně samci podávají lepší výkony a proto mezi majiteli a trenéry je preference pro samce. Při sérii opakujících se testů, samci celkově překonají samice. Klisny jsou rychlejší v prvním testu, poté se ale v průměru zlepšují o 5 %, zatímco hřebci se zlepšují o 20 %. Strategie samců spočívá ve výpočtové a geometrické strategii k řešení konkrétního úkolu. Samice využívají strategii založenou na využití orientačních bodů (Murphy et al. 2004).

3.4.5 Barevné vidění u koně

Kůň patří mezi savce s dichromatickým barevným viděním na rozdíl od primátů, kteří mají trichromatické barevné vidění. Dichromatičtí savci mají dva kuželové fotopigmenty. První kuželový fotopigment, který je maximálně citlivý v oblasti střední až dlouhé vlnové délky (zelená nebo červená barva) spektra a druhý kuželový fotopigment se spektrálním vrcholem v krátkých vlnových délkách (modrá barva) (Carroll et al. 2001).

Kompletní spektrum viditelného světla neobsahuje všechny barvy. Barevný vjem vzniká mícháním vlnových délek ve zrakovém ústrojí. Dvě rozdílné vlnové délky mohou vytvořit barvu třetí vlnové délky, která nebude podobná ani jedné původní vlnové délce. Mezi základní barvy v barevném spektru se řadí červená, modrá, zelená a žlutá. Červená barva je barva monochromatického světla, která odpovídá nejnižším frekvencím, které dokáže oko vnímat (Freeman 2012).

Dle studie Smith & Goldman (1999) jsou ale koně schopni rozlišovat barvy červené, žluté, zelené a modré od různých odstínů šedi, nezávisle na jas. To znamená, že mohou mít barevné vidění citlivé na krátké, střední a dlouhé vlnové délky a měli by tak patřit k savcům s trichromatickým barevným viděním. Dále se pak tyto výsledky také dají interpretovat jako dichromatický systém s neutrálním bodem, který nebyl zcela detekován. Neutrální bod je u dichromatického vizuálního systému vždy detekován, může však být nejvýše několik nanometrů velký a mohl by tak být snadno zcela vynechán. Studie prokazují, že kůň je schopen rozeznávat červenou barvu, není pro něj ale tak barevná jako u lidského trichromatu (Hall & Cassaday 2006).

Trichromatictí savci jsou schopni rozeznávat čtyři jedinečné odstíny a to červenou, zelenou, modrou a žlutou. Dále pak vidí přechodné odstíny, které lze vnímat jako simultánní pocit dvojic jedinečných odstínů v různých poměrech jako jsou například modro-zelená, oranžová, červeno-modrá. Oproti tomu dichromatictí savci mají místo čtyř základních barev pouze dvě, ty které jsou nejvíce analogické modré a žluté (Neitz et al. 2001). Velkým rozdílem je také to, že pro dichromaty neexistují žádné střední odstíny. Pokud jsou tedy barvy ze dvou konců barevného spektra smíšené, spíše než získání přechodného odstínu, je výsledkem buď achromatický (bílý nebo šedý odstín) nebo desaturovaná verze jednoho ze dvou základních odstínů (pastelově modrá nebo žlutá). U dichromatů existuje oblast tzv. spektrální neutrální bod, který se nachází uprostřed barevného spektra a jeví se achromaticky (Carroll et al. 2001).



Obr. č. 7: Trichromatické vidění člověka (vlevo) a předpokládané dichromatické vidění koně (vpravo) (Carroll et al. 2001)

Pro koně je optimální vidění předmětů na zemi. Barva podnětů na zemi ovlivňuje chování koně, proto může kontrola vizuálního vzhledu podnětů snížit výskyt nežádoucích reakcí. Vizuální vlastnosti podlahy způsobují u koní váhání a poplašné reakce. Behaviorální reakce na barevné rohože se liší podle polohy, pokud jsou umístěny na stabilní stěně, nevyvolávají problematické chování jako u rohoží umístěných na zemi. Náhlé změny barvy nebo textury, zejména podlahových a nakládacích ramp, manipulačních a přepravních zařízení pro hospodářská zvířata patří mezi příčiny váhání a zastavení a to z důvodu kontroly, zda se jedná o díru nebo nerovnou oblast, která může představovat nebezpečí (Hall & Cassaday 2006).

Barva a textura může být důležitá i při výběru podlahových povrchů v oblastech, kde se koně pohybují. U zelené, hnědé a šedé rohože koně reagují nejméně z důvodu, že patří mezi základní barvy, které nevyvolávají přehnanou reakci. Ačkoliv červená barva nepatří mezi

základní barvy, u koní nevyvolává nepříznivé reakce (Hall & Cassaday 2006). Červená barva není pro koně tak barevná jako u lidského trichromatu. Naopak mezi barvy, které přispívají k problémovému chování, patří žlutá, černá, bílá a modrá. Reakce na bílé a černé rohože jsou způsobeny jejich kontrastem s okolím. Černé podlahy jsou v managementu koní nejběžněji využívanou barvou a nezpůsobují nepříznivé chování, jelikož se s nimi koně setkávají již od útlého věku a reakce na ně je otupěna. Nejsilnější a nejvíce problémovou barvou je žlutá, která je pro koně vnímána jako nejbarevnější (Hall et al. 2003).

Stejně jako u lidí se zraková ostrost u koně liší podle barvy podnětu. Ostrost mezi modrými cíly je menší než u jiných barev, včetně žluté. Kůň dokáže lépe detekovat kolmou žlutou čáru širokou 5 mm než čáru modrou. Modrá čára musí být široká 20 mm, aby ji kůň dokázal detekovat ze stejné vzdálenosti jako žlutou (Hall 2007).

3.4.6 Interokulární přenos informací

K interokulární přenosu informací dochází (IOT), když zvíře vidí podnět jedním okem a je schopno tento podnět přenést do oka druhého. Vizuální informace z pravého a levého oka se spojí ve strukturu zvané Korpus kallosum, která je společná pro všechny placentární savce a je odpovědná za komunikaci mezi oběma polokoulemi mozku.

Koně jsou schopni interokulárního přenosu. Z toho vyplývá, že koně nemají potíže s rozlišováním předmětu, který se nejprve objeví na jedné a později na druhé straně. Jezdci a ošetřovatelé koní mají rozdílný názor na přenos informací interhemisí cestou, jedná se například o situace, kdy na jízdárně dojde ke změně směru a kůň se bojí objektu, vedle kterého již několikrát prošel. K dalším negativním názorům patří, že kůň nemůže rozpoznat něco, co za ním prochází a reaguje tak negativně. Jedná se o situaci, kdy se kůň vyleká, když osoba pracující na jeho levé straně není rozpoznána poté, co přešla na pravou stranu za jeho zády. Pro koně v jeho původním prostředí je nepraktické existovat bez interokulárního přenosu (Hanggi & Ingersoll 2012).

V důsledku morfologických a optických vlastností může být pohyb podél okraje zorného pole koně zvýrazněn. Některé gangliové buňky uvnitř sítnice se specializují na detekci pohybu pocházejícího z boku, jako je například přístup predátora. Výsledkem je pak neočekávaný pohyb na okraji zorného pole, kůň se může vylekat, přehnaně reagovat a pokusit se o útěk. Tato behaviorální reakce měla jasné výhody pro přežití předků koně a tato predispozice zůstává v dnešních koních stále silná (Waring 2003). Kůň tak může nepříznivě reagovat na náhlý pohyb člověka, který se objevuje směrem dozadu. To pak může vést k nedorozumění a nesprávnému zacházení s koněm. Výsledkem je stresující a někdy nebezpečná situace pro koně i jezdce (Hanggi & Ingersoll 2012).

3.4.7 Nedbalostní slepota u koní

Nedbalostní slepota (IB) popisuje neschopnost vědomě vnímat neočekávaný stimul při soustředění na náročný úkol. U člověka se jedná o situace jako například nevšimnutí si přítele v přeplněné ulici, když se zaměřujeme na nalezení čísla domu nebo snížené povědomí o dopravních značkách při telefonním hovoru za jízdy automobilem (Mack 2016). U koně se jedná například o situaci, kdy se kůň zaměří na děsivý předmět před ním a nevšimne si předmětu vedle něj, kterého se lekne a nastane úteková reakce.

Filtrovat relevantní podněty od irelevantních je pro zvíře jako je kůň nezbytné. IB lze popsat jako zvláštní formu selektivní pozornosti. Zatímco během selektivní pozornosti mozek hledá kognitivní vzorec a vnímání je ovlivněno zkušenostmi a očekáváním, IB nastává zejména tehdy, když je pozornost obsazena úkolem, který vede k selhání pozorování objektů v zorném poli (Kreitz et al. 2015).

Existují dvě základní teorie: teorie časného výběru a teorie pozdního výběru. Teorie časného výběru uvádí, že vizuální podněty jsou filtrovány před rozsáhlým zpracováním v mozku a vedou k vyřazení nepodstatných podnětů. Teorie pozdního výběru tvrdí, že všechny podněty podléhají zpracování v mozku a pozornost je poté nasazena jen na určitý podnět (Mack 2016). Koně zpracovávají informace hlavně v kontralaterální hemisféře (Gabor et al. 2019).

Koně jsou závislí na své schopnosti vnímat malé a zásadní změny prostředí. Filtrovat relevantní od irelevantního je pro koně nezbytné. Mohou reagovat silněji na neočekávané objekty ve známém prostředí než na stejné nové objekty v neznámém prostředí. Zpracování děsivých předmětů neuronální implicitní cestou, aniž by se nutně dosáhlo vědomí zvířete, vysvětluje, že vyděšená odpověď na podnět není centrálně kontrolovatelná a zapojuje se zde IB. K vzrušivým reakcím na specifické podněty, které představují evoluční hrozbu, dochází automaticky, tj. dříve než měly subjekty možnost vědomě vnímat podnět. Vysvětlením je, že kůň vědomě neviděl podnět, a proto si jej nemohl zapamatovat a nastává zděšení a útek (Gabor et al. 2019).

3.4.8 EquiFACS: Systém kódování pohybů obličeje koní

Systém kódování obličejové činnosti (FACS) poskytuje metodu identifikace a zaznamenávání výrazů obličeje založenou na základním obličejovém (mimickém) svalstvu. Koně patří mezi sociální zvířata s účinnou komunikací, zahrnující i výraz tváře. Systém kódování je rozdělen na akční jednotky. Zrakové ústrojí se řadí mezi akční jednotky horní části tváře. Koně mají bohatý repertoár pohybů obličeje se sedmnácti definovanými akčními jednotkami (u lidí 27 jednotek ale šimpanzi pouze 13 rozeznatelných jednotek). Pro správné rozeznání jednotlivých akcí se využívá bílá skléra kolem očí, která není viditelná v klidu. V některých situacích koně ukazují více a někdy méně bílé skléry, podle situace na kterou reagují. Množství viditelné bílé skléry je spojeno s projevem strachu u mnoha zvířat, včetně lidí. Mezi akční jednotky horní části tváře u koní patří akční jednotka 101, 143, 145 a 147.

Akční jednotka 101: Vnitřní zvedáč obočí. Anatomie oblasti očí se u koní ve srovnání s lidmi a jinými primáty liší. Koně nemají funkce, jako je pohyb obočí, který zvýrazňuje pohyby očí u jiných zvířat. Koně mají obličejovou akci, která zvedá kůži nad vnitřní roh oka.

Akční jednotka 143, 145, 147: Uzavření očí, mrknutí a půl mrknutí. Koně mají tři víčka (horní, dolní, třetí). Třetí víčko je jen obtížně viditelné ve vnitřním rohu oka. Půl mrknutí není pozorováno u lidí a zahrnuje všechny případy, kdy se oko částečně zavře (Wathan et al. 2015).



Obr. č. 8: Počet vrásek, počítají se pouze vrásky nad víčkem a vrásky o minimální délce jedné třetiny průměru oka, nepočítají se hluboké vrásky u starších koní (Hintze et al. 2016)



Obr. č. 9: Úhel vrásek, stupeň úhlu se měří na průsečíku čáry nakreslené středem oka a čáry nejvyšší vrásky (Hintze et al. 2016)



Obr. č. 10: Kvalitativní hodnocení, odráží první subjektivní dojem výrazu očních vrásek na základě jejich počtu, markantnosti a úhlu, a) žádná vráska, b) slabě viditelná vráska, c) zřetelně viditelná vráska (Hintze et al. 2016)



Obr. č. 11: Tvar očního víčka, zaměřuje se na křivku, kterou tvoří oční víčko, a) pravidelná křivka, b) křivka je souvislá ale mírně vytažená ve směru dorso-mediálním, c) boční část víčka je téměř rovná čára (Hintze et al. 2016)



Obr. č. 12: Markantnost (zřetelnost) jednotlivých vrásek, posuzuje se hloubka a šířka vrásek, a) bez viditelných vrásek, b) vrásky jsou ploché, úzké a málo výrazné, c) vrásky jsou výrazné v hloubce i šířce (Hintze et al. 2016)



Obr. č. 13: Viditelnost očního bělma, a) bez viditelného bělma, b) s viditelným bělmem (Hintze et al. 2016)

3.4.9 Mrknutí – neinvazivní nástroj pro měření stresu u koně

Stres je definován jako reakce organismu na podněty prostředí, které ohrožují jeho vnitřní rovnováhu. U koně je vyvinutý adaptivní strach a letová reakce, které používá, pokud je vystaven vnějším stresorům. Moderní postupy chovu koně vystavují averzním podnětům, jako je doprava, sociální izolace, lékařský zásah, soutěže. Identifikace indikátorů stresu u koně je zásadní pro dobré životní podmínky zvířete i jeho ošetřovatele. K hodnocení stresových reakcí

se používají různá fyziologická měření, která zahrnují invazivní i neinvazivní metody (Merkies et al. 2019).

Během soutěže jsou koně vystaveni různým zdrojům stresu, což může mít negativní vliv na pohodu a následný výkon. Mezi nejběžněji používané metody stanovení hladiny stresu patří invazivní techniky, které mohou způsobit stres sami o sobě. Mezi tyto metody patří například odběr krve a měření kortizolu ve slinách. Kortizol se však uvolňuje po přetrvávajícím působení stresoru a je ovlivněn i faktory prostředí, jako je denní doba, příjem potravy a uvolněnost koně při odběru vzorků. Pro měření akutního stresu lze využít metody neinvazivní. Pro neinvazivní metody lze využít zrakové ústrojí koně, pozici hlavy, orientaci uší, zvýšenou vokalizaci a pohyby tlamy (Stewart et al. 2005).

Míra mrknutí oka se používají jako indikátor stresu a patří mezi neinvazivní metody. Tuto metodu lze využít i u koní. Mrkání dělíme na spontánní, reflexní a dobrovolné. Spontánní mrknutí představuje řadu funkcí zpracování informací pokrývajících pozornost a pracovní paměť. Koně vystavení stresujícímu prostředí snižují jejich spontánní mrkání a zvyšují frekvenci záškubů očních víček. Při snížení spontánního mrkání se maximalizuje množství informací, vstupujících do nervového systému. Zvýšení rychlosti spontánního mrkání brání pozornosti a schopnosti vnímat bezprostředí podněty. V situacích jako je oddělení od stáda, odepření přístupu ke krmení a vstup do nového objektu, je pro koně nejvíce stresující omezení krmení. To potvrzují i další indikátory stresu jako je zvýšená srdeční frekvence, neklidné chování a vysoká poloha hlavy (Merkies et al. 2019).

Infračervená termografie (IRT) se dá využít k měření akutního a chronického stresu a to konkrétně měřením maximální teploty očí (Cook et al. 2001). Jedná se o pasivní, vzdálenou a neinvazivní metodu měření povrchových teplot (Johnson et al. 2011). IRT může detekovat rozdíly ve stresu mezi fázemi v rámci soutěže (Cook et al. 2001). Během prvních několika sekund stresoru teplota očí prudce poklesne, naopak pokud stresor přetrvává delší dobu, teplota očí se zvyšuje. Při porovnání čtyřletých a šestiletých koní během soutěže, se u čtyřletých koní teplota očí zvyšuje. To může způsobovat stres z nové situace. Pokud se jedná o vícedenní soutěže, je prokázáno, že pětiletí koně mají nejvyšší teplotu očí v druhý soutěžní den a nejnižší první den. Zatímco šestiletí koně mají nejvyšší teplotu očí v první den soutěže a nejnižší v třetí den soutěže (Valera et al. 2012).

3.4.10 Nebezpečné chování koní spojené se zrakem

Mezi nebezpečné chování spojené se zrakem patří „Flight instinct“. Koně jsou pro sebe i pro lidi nejnebezpečnější, když jsou velmi vzrušeni a snaží se uniknout vnímanému nebezpečí. To pro koně představuje problém v mnoha interakcích s člověkem, z důvodu omezení v různé míře.

Letové odezvy jsou spojeny s řadou fyziologických a kognitivních změn, které jsou účinné při úniku z vnímaného nebezpečí. Tyto změny jsou problematické při výcviku. Koně jsou ostražití a dokáží díky zvýšenému svalovému tonu velmi rychle reagovat na potenciální hrozby, které se objeví v jejich zorném poli. Pohyblivost koní je v malých prostorech omezena a při úniku z vnímaného nebezpečí mohou ignorovat nebo přehlédnout překážku, která je před nimi.

Koně jsou neofobní (neofobie je chorobný strach z něčeho nového), proto jakékoliv neznámé podněty mohou vyvolávat extrémní reakce (Starling et al. 2016). Enviromentální výzvy ohrožující duševní nebo tělesnou stabilitu aktivují dva typy zvládnání situace. První je aktivní strategie, při které dochází k letovému instinktu, který je charakteristický převahou sympatického adrenomedulárního systému a nízkou nebo střední reaktivitou na ose hypotalamus-hypofýza-nadledviny (HPA). Druhým je pasivní styl zvládnání, zahrnující inhibici chování (například nižší lokomoce, imobilita, ztuhnutí), který je charakteristický vysokou parasympatickou aktivitou a vysokou adrenokortikální reakcí osy HPA (Budzyńska 2014).

Vysoké vzrušení poškozuje výkon a soustředění. Pokud jsou koně často vystaveni hrožícím předmětům, mohou se chronicky stresovat, což vede ke zvýšené koncentraci kortizolu. To může způsobovat zdravotní problémy, které se odrážejí oslabenou imunitu. Zvýšená koncentrace kortizolu přispívá k deficitům paměti a učení, konfliktnímu chování, stupňující se agresi, dlouhodobé nejistotě, vedoucí k problémům jako je úzkost, odloučení, stereotypní chování.

Minimalizace pravděpodobnosti a síly reakce při nadměrném vzrušení je důležitá pro dobrý sportovní výsledek. Proto je zapotřebí koně naučit správné reakci na nový neznámý předmět, který zachytí jeho vizuální systém. Důležitá je teorie učení, která zahrnuje habituaci, senzibilizaci, kondicionování a tvarování. To vše je jedním z prvků ISES (International Society for Equitation Science) (Starling et al. 2016).

3.4.11 Vizuální pozornost koní

Pozornost je zaměřenost a soustředěnost duševní činnosti na určitý objekt nebo děj. Pozornost představuje předpoklad pro smyslový vjem, který vstupuje do vědomí a vytváří koordinované chování. Pozornost patří mezi základní faktory v řadě kognitivních procesů, jako je učení, paměť a kategorizace. Stav pozornosti souvisí například se stavem slyšení a vidění (Zentall 2005). Pozorné procesy mohou vést k lepšímu rozhodování v kontextech, jako je detekce predátora, sociální spolupráce, konkurence, komunikace.

Pozornost je definována čtyřmi typy. Selektivní pozornost je schopnost udržet stejné chování za přítomnosti rušivých nebo konkurenčních podnětů. Rozdělená pozornost je schopnost reagovat na více podnětů současně. Trvalá pozornost je schopnost udržovat konzistentní behaviorální reakci během nepřetržité činnosti a střídavá pozornost je schopnost přeměrovat pozornost a pohybovat se mezi úkoly, které mají různé kognitivní požadavky (Rochais et al. 2017).

Selektivní pozornost se zaměřuje na to, zda jsou relační aspekty zobrazení stimulu získány náhodně za podmínek rozšířeného přístupu k zobrazení stimulu. Selektivní pozornost lze pozorovat ve vývoji vyhledávacích obrazů při detekci kryptických (ukrytých) potravin nebo kořisti. Zkušenosti získané při detekci kryptické potravy umožňuje zvířatům lépe detekovat tyto stejné položky, když se s nimi později setkají. Koně se mohou věnovat specifickým rysům cíle, mohou si vyvinout centrální reprezentaci cíle (Zentall 2005).

Vizuální pozornost je u koní důležitá při vytváření sociálních vztahů ve stádě a vztahů s lidmi. Vztah s lidmi zahrnuje jednotlivce dvou různých druhů a je postaven na posloupnosti interakcí, jejichž valence indikují pozitivní, neutrální nebo negativní typ vztahu. Trvalá pozornost je zapojena do schopnosti koní detekovat lidské podněty. Kromě základních

každodenních setkání závisí vztahy mezi lidmi a koňmi na výcvikových a pracovních situacích. Koně jsou schopni rozlišovat známé a neznámé lidi a mají tendenci se častěji dívat na svého známého trenéra v neutrálních a výcvikových situacích, zatímco tráví více času sledováním neznámého člověka v úkolu poslušnosti. Díky těmto interakcím jsou koně citliví na stavy pozornosti lidí a na podněty jimi podávané. Přílišná pozornost koní vůči lidem může vést k nižším výkonům při učení (Rochais et al. 2014).

Pravděpodobnost, že různé vizuální objekty budou vybrány pomocí mechanismů pozornosti, závisí na vlastnostech, které jsou svou povahou vnímané. Vnímané vlastnosti jsou jas, barevný kontrast, náhlý vzhled. Výběr také závisí na významu, který podnět získal v průběhu času prostřednictvím zkušeností (Chelazzi et al. 2013). Vizuální selektivní pozornost se dá u koně ovlivnit pomocí pozitivní motivace a tím zlepšit reakce na určité podněty. Stanovení priority pozornosti je ovlivněno průběžným hodnocením událostí, které bezprostředně předcházejí každé epizodě pozornosti. Dlouhodobé zkušenosti se specifickými podněty, kontexty a úkoly vedou k trvalým selekcím výběru. Poskytnutí odměny ovlivňuje neurokognitivní systémy, které se flexibilně přizpůsobují (Chelazzi et al. 2013). Pro koně je větším motivátorem jídlo než hlasová či motorická pochvala (Zentall 2005).

3.5 Schopnost koní překonávat překážky

Koně jsou zřídka pozorováni, aby dobrovolně přeskakovali překážky v přírodních podmínkách. Překážky překonávají v nevyhnutelných situacích nebo při přístupu k potravě (Górecka-Bruzda et al. 2013).

Cílem chovu sportovních koní je odchovávat koně do co nejvyšší úrovně jezdeckých závodů. Skokové soutěže patří mezi nejpopulárnější z koňských disciplín. Vyplývá to nejen z technických schopností ale také z osobnostních rysů koně (Strachurska et al. 2010). Mezi hlavní rysy (spojené s atletikou, výkonem a zdavím koní), patří atrabilita, jako je schopnost a ochota skákat (Górecka-Bruzda et al. 2013). Skoková soutěž prověřuje dvojici jezdce a koně na parkuru s překážkami. Parkur prokazuje klid, uvolněnost, sílu a dovednost jezdce i koně. Výsledky skokových závodů lze využít pro odhad hodnoty koně. Je tedy žádoucí, aby kurzy parkurů byly co nejvíce diferencovány. Pravidla pro skokové závody určují velikost, počet překážek, minimální rychlost. Vzhled překážky a barva se v pravidlech neberou v úvahu. Tyto parametry závisí na staviteli kurzu. Výsledky závodů ovlivňuje nejen zrakové vnímání překážky. Do další skupiny faktorů, která může ovlivnit výsledek, patří konstrukce překážky, ochota koně i jezdce přeskočit konkrétní překážku, věk, zkušenost, plemeno, počasí, povrch atd. (Strachurska et al. 2002).

Pro bezpečné a správné překonání překážky jsou klíčové vizuální informace, které umožňují koním i jezdcům bezpečně projít celým parkurem. Cílem je vyrovnání náročných podmínek, které testují koně i jezdce při zachování bezpečnostních standardů. Jak koně vidí a reagují na různé formy skoků, ovlivňuje pravděpodobnost pádů a souvisejících problémů (Paul & Stevens 2019).

3.5.1 Barva překážky

Překážky musí být svým celkovým tvarem a vzhledem lákavé, různorodé a ladící se svým okolím a musí být sestaveny tak, aby je bylo možné pobořit.

Pro koně je obtížné skočit překážky, které jsou celé světlé nebo tmavé. Rovnoměrně světlé barvy nebo bílá působí optickou iluzi, která nadhodnocuje velikost překážky. Místo toho mohou koně ignorovat rovnoměrně tmavé překážky (Strachurska et al. 2002).

Kontrast překážky proti jejímu okolí je důležitý pro určení její přítomnosti (Paul & Stevens 2019). Studie Spaas et al. (2014) uvádí, že skákající koně ukázali více chyb při skoku přes modrou překážku ve srovnání se zelenou a to v aréně s bílým povrchem. V aréně se zeleným povrchem nebyl pozorován rozdíl v míře chyb mezi zelenými a modrými překážkami. Strachurska et al. (2002) uvádí, že koně mají největší problém s překonáním zelené překážky oproti modré.

Nejlépe koně dokáží rozlišit přážky kontrastních barev (modro-bílá, červeno-bílá, hnědo-bílá, modro-žlutá, červeno-žlutá). Z toho vyplývá i nejmenší počet chyb na těchto překážkách. Největší procento shozených překážek je u bílých, hnědočervených a zeleno-modrých překážek (Strachurska et al. 2002).

3.5.2 Druh překážky

Překážky rozdělujeme na jednoduché (výškové, šířkové) kombinované (dvojskok, trojskok) a speciální (přírodní, křížek, překážka s odskokovou bariérou). Jednoduché překážky se překonávají jedním skokem. Mezi výškové překážky patří kolmá překážka s několika bariérami uspořádanými nad sebou. Mezi šířkové překážky patří oxer, double-bar, triple-bar, vodní příkop. Šířková překážka je stavěna v horizontální perspektivě. Kombinované překážky se skládají ze dvou nebo více částí, které jsou složené z výškových i šířkových prvků.

Koně se ze šířkových překážek nejlépe vypořádávají s trojbradlím (Triple-bar) a dvojbradlím (Double-bar). Pravděpodobně je to z důvodu lepší viditelnosti zadní bariéry, která je umístěna výš než přední. U šířkové překážky, kde je zadní bariéra umístěna ve stejné výšce jako přední bariéra, koně chybují častěji. Výškové překážky (kolmý skok) koně shazují nejčastěji. Na koně může výšková překážka působit nenápadně, nevyžaduje tolik úsilí jako u šířkového skoku, což může být pro koně matoucí. Mezi další problematické překážky patří zeď, která může koně vyděsit svým monumentálním vzhledem. U překážek, které jsou v kombinaci, je druhý skok překonáván s menším počtem chyb než skok první.

První překážka na trati parkuru by měla koně povzbudit. Nejobtížnější je třetí a čtvrtá překážka parkuru a to i za předpokladu, že koně mají při skoku dostatek sil (Strachurska et al. 2002).

3.5.3 Přiblížení k překážce

Při pozitivním posilování se kůň dostává do situace, kdy má možnost volby a může se dobrovolně přiblížit k novému předmětu, aby získal odměnu. Při jízdě na koni se ale využívá negativního posilování, kdy kůň reaguje na jezdce pomocí tlaku a jeho uvolnění. Tyto reakce musí být trénovány a opakovány, dokud kůň správně neodpoví. Při vedení koně musí být brána v úvahu absence zobecnění mezi objekty různého tvaru a barvy. Koně často reagují i na malé změny v jejich prostředí a nejsou schopni zobecnit mezi novými objekty s mírně odlišnými vlastnostmi. Jedná se například o zkušenost koní s vodním příkopem. Koně, kteří znají již několik druhů vodních příkopů, nemusejí být ochotní překonat jiný druh vodního příkopu. Díky

správné reakci na tlak jezdce, kůň potlačuje své přirozené chování a nesnaží se vyhnout nebo zastavit před neznámým předmětem (Christensen et al. 2008).

Ve sportovním využití koní je důležitou schopností soustředit pozornost na relevantní vizuální informace. Percepční a kognitivní dovednosti, stejně jako efektivní pohybové vzorce, jsou nezbytnými atributy elitních sportovců (Hall et al. 2009). Pomocí tréninku koní ve věku 6 měsíců při volném skákání je možné dosáhnout lepších výsledků ve věku 4 let, oproti koním netrénovaným. Avšak v 5 letech věku se rozdíl vyrovná, proto specifický výcvik skákání koní v raném věku není nutný, protože účinky na techniku skákání nejsou trvalé (Rietbroek et al. 2007).

Skákání překážek závisí do značné míry na schopnosti koně a jezdce posuzovat nejen rozměry skoku, ale také vzdálenost k překážce, když se k ní přibližují cvalem. Schopnost upravit kinematiku cvalového skoku, včetně rychlosti přiblížení tak, aby zadní nohy dorazily na příslušný bod odrazu, je pro dobré překonání překážky zásadní. Vizuální informace jsou v této fázi zvláště důležité, kdy odbornost koně i jezdce určí přesnost přiblížení a odrazu (Hall et al. 2009).

3.5.4 Enviromentální faktory ovlivňující výkon

V současnosti je nejdůležitějším environmentálním faktorem člověk. Lidé ovlivňují individualitu koní, dlouhodobá aplikace negativního posilování, má za následek chronickou zátěž pro zvíře, která vede ke sníženému zdraví a vysoké reaktivitě na akutní stresory. Současné výzkumy Janczarek et al. (2019) ukazují, že pro sportovní koně je důležitější reakce člověka oproti ostatním koním, to může být způsobeno i tzv. naučenou bezmocností.

Faktory prostředí, jako je interakce člověk-kůň, mohou snižovat výkonnost i u koní s vynikajícími schopnostmi. Specifický typ kontaktu je mezi osobou a koněm během volného času, kdy jsou koně ošetřováni lidmi s různými dovednostmi. Následkem je pro koně nepředvídatelné chování, které ovlivňuje jeho další přístup k člověku.

Emoční vzrušivost je ovlivněna i publikem při soutěžích. Přítomnost publika v aréně během soutěže a při zotavení vede ke zvýšenému stresu. Zvýšený stres může mít za následek inhibici chování, která u koně může vést k snížené reaktivitě, například špatný odhad vzdálenosti od skoku, špatná viditelnost překážky, snížené vnímání koně na pomůcky jezdce. Pro koně je nejvíce stresující publikum, které se pohybuje a zároveň mluví (Janczarek et al. 2019), z toho vyplývají i chyby na překážkách, které jsou umístěny u stěn arény nebo v blízkosti publika (Strachurska et al. 2002).

4 Závěr

V minulosti kůň patřil mezi kořist různých predátorů, z toho důvodu se musel jeho vizuální systém přizpůsobit pro vidění za dne, noci, soumraku i svítání. Zrak je pro koně velmi důležitým smyslem, který využívá během každodenních aktivit, mezi které se řadí hledání potravy, pohyb v terénu a vyhýbání se překážkám. U koně je vyvinutý vizuální systém, který je zvláště citlivý na tlumené světlo a pohyb. Má široké zorné pole, poskytující téměř úplný kruh horizontálního vidění.

V současnosti je kůň zapojen do mnoha sportovních a volnočasových aktivit. Cílem chovu sportovních koní je odchovávat koně do co nejvyšší úrovně jezdeckých závodů. Skokové soutěže patří mezi nejpobulárnější z koňských disciplín a prověřují dvojici jezdce a koně na parkuru s překážkami. Pro bezpečné a správné překonání překážky jsou důležité vizuální informace, které umožňují koním i jezdcům bezpečně projít parkurem. Vizuální pozornost je u koní důležitá při vytváření sociálních vztahů. Vztah s lidmi zahrnuje jednotlivce dvou různých druhů a koně v zajetí mají tendenci sledovat známého člověka v neutrálních a výcvikových situacích a neznámého člověka v úkolu poslušnosti. U koní jsou rozdíly ve vizuoprostorových schopnostech hřebců a klisen, kdy samci podávají lepší výkony, což je jeden z důvodů preference samců u majitelů a trenérů.

Překonávání překážek závisí do značné míry na schopnosti koně a jezdce posuzovat nejen rozměry skoku, ale také vzdálenost k překážce. Pro koně je obtížné skočit překážky, které jsou celé tmavé nebo světlé a naopak nejlépe koně rozlišují překážky kontrastních barev. Mezi nejčastěji shozené překážky patří kolmý skok a v případě překážek v kombinaci, je častěji shozenou první překážka kombinace. Koně také často chybují, pokud jsou překážky umístěné u stěn arény nebo v blízkosti publika.

5 Literatura

Andrew SE, Willis AM. 2005. Diseases of the Cornea and Sclera. Pages 157-251 in Gilger BC, editor. Equine Ophthalmology. Elsevier, Philadelphia. ISBN: 9780721605227.

Archer D. 2013. Ophthalmic emergencies. Pages 105-126 in Archer D, editor. Handbook of Equine Emergencies. Elsevier, Philadelphia. ISBN: 9780702045455.

Budras KD. 2011. Anatomy of the horse. 6th ed. Schlütersche, Hannover. ISBN: 9783899936667.

Budzyńska M. 2014. Stress Reactivity and Coping in Horse Adaptation to Environment. Journal of Equine Veterinary Science. **34**:935-941.

Carroll J, Murphy CJ, Neitz M, Ver Hoeve JN, Neitz J. 2001. Photopigment basis for dichromatic color vision in the horse. Journal of Vision **1**:80-87.

Cook NJ, Schaefer AL, Warren L, Burwash L, Anderson M, Baron V. 2001. Adrenocortical and metabolic responses to ACTH injection in horses: an assessment by salivary cortisol and infrared thermography of the eye. Journal of Wildlife Diseases. **37**:621.

Creighton E. 2007. Equine learning behaviour: Limits of ability and ability limits of trainers. Behavioural Processes. **76**:43-44.

Crooke A, Guzmán-Aranguez A, Peral A, Abdurrahman MKA, Pintor J. 2008. Nucleotides in ocular secretions: Their role in ocular physiology. Pharmacology & Therapeutics. **119**:55-73.

Černý H. 2004. Veterinární anatomie: pro studium a praxi. 2. vyd. Noviko, Brno. ISBN: 808654205X.

De Boyer Des Roches A, Richard-Yris MA, Henry S, Ezzaouia M, Hausberger M. 2008. Laterality and emotions: Visual laterality in the domestic horse (*Equus caballus*) differs with objects' emotional value. Physiology & Behavior. **94**:487-490.

Diaz OS. 2004. Ultrasound of the Equine Eye and Adnexa and Clinical Applications. Clinical Techniques in Equine Practice. **3**:317-325.

Drazek M, Lew M, Szarek J, Balicki I, Della Salda L. 2015. Equine ocular squamous cell carcinoma: a case report. Veterinarni medicina. **60**:379-386.

Dušek J. 2011. Chov koní. Brázda, Praha. ISBN: 9788020903884.

Ehrenhofer MCA, Deeg CA, Reese S, Liebich HG, Stangassinger M, Kaspers B. 2002. Normal structure and age-related changes of the equine retina. Veterinary Ophthalmology. **5**:39-47.

Farmer K, Krueger K, Byrne RW. 2010. Visual laterality in the domestic horse (*Equus caballus*) interacting with humans. Animal Cognition. **13**:229-238.

- Frandsen RD, Wilke WL, Fails AD. 2009. Anatomy and physiology of farm animals. 7th ed. Wiley-Blackwell. Ames, Iowa. ISBN: 9780813813943.
- Freeman M. 2012. Fotografie v praxi. Zoner Press, Brno. ISBN: 9788074131967.
- Gabor V, Wall S, Gerken M, Brinkmann L. 2019. Does inattention blindness exist in horses (*Equus caballus*)? *Applied Animal Behaviour Science*. **215**:45-51.
- Gauthier AS, Nouredine S, Delbosc B. 2019. Interstitial keratitis diagnosis and treatment. *Journal Français d'Ophthalmologie* (e229-e237) DOI: 10.1016/j.jfo.2019.04.001.
- Gilger BC. 2005. Equine ophthalmology. Elsevier Saunders, St. Louis. ISBN: 9780721605227.
- Górecka-Bruzda A, Jastrzębska E, Muszyńska A, Jędrzejewska E, Jaworski Z, Jeziński T, Murphy J. 2013. To jump or not to jump? Strategies employed by leisure and sport horses. *Journal of Veterinary Behavior*. **8**:253-260.
- Guo X, Sugita S. 2000. Topography of Ganglion Cells in the Retina of the Horse. *Journal of Veterinary Medical Science*. **62**:1145-1150.
- Hall CA, Cassaday HJ, Derrington AM. 2003. The effect of stimulus height on visual discrimination in horses. *Journal of Animal Science*. **81**:1715-1720.
- Hall CA. 2007. The impact of visual perception on equine learning. *Behavioural Processes*. **76**:29-33.
- Hall CA, Cassaday HJ. 2006. An investigation into the effect of floor colour on the behaviour of the horse. *Applied Animal Behaviour Science*. **99**:301-314.
- Hall CA, Liley C, Murphy J, Crundall D. 2009. The relationship between visual memory and rider expertise in a show-jumping context. *The Veterinary Journal*. **181**:29-33.
- Hanggi EB, Ingersoll JF. 2012. Lateral vision in horses: A behavioral investigation. *Behavioural Processes*. **91**:70-76.
- Harthan JS, Reeder RE. 2013. Peripheral ulcerative keratitis in association with sarcoidosis. *Contact Lens and Anterior Eye*. **36**:313-317.
- Hemmi JM, Merkle T. 2009. High stimulus specificity characterizes anti-predator habituation under natural conditions. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. **276**:4381-4388.
- Hintze S, Smith S, Patt A, Bachmann I, Würbel H, Browning GF. 2016. Are Eyes a Mirror of the Soul? What Eye Wrinkles Reveal about a Horse's Emotional State. *PLOS ONE*. **11**:1-15.
- Hollis AR, Dixon JJ, Berlato D, Murray R, Weller R. 2019. Computed tomographic dimensions of the normal adult equine eye. *Veterinary Ophthalmology*. **22**:651-659.

- Chelazzi L, Perlato A, Santandrea E, Della Libera C. 2013. Rewards teach visual selective attention. *Vision Research*. **85**:58-72.
- Christensen JW, Zharkikh T, Chovaux E. 2011. Object recognition and generalisation during habituation in horses. *Applied Animal Behaviour Science*. **129**:83-91.
- Christensen JW, Zharkikh T, Ladewig J. 2008. Do horses generalise between objects during habituation? *Applied Animal Behaviour Science*. **114**:509-520.
- Janczarek I, Wilk I, Stachurska A, Krakowski L, Liss M. 2019. Cardiac activity and salivary cortisol concentration of leisure horses in response to the presence of an audience in the arena. *Journal of Veterinary Behavior*. **29**:31-39.
- Jelínek P, Koudela K. 2003. *Fyziologie hospodářských zvířat*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN: 8071576441.
- Johnson SR, Rao S, Hussey SB, Morley PS, Traub-Dargatz JL. 2011. Thermographic Eye Temperature as an Index to Body Temperature in Ponies. *Journal of Equine Veterinary Science*. **31**:63-66.
- Kaps S, Richter M, Philipp M, Bart M, Eule C, Spiess BM. 2005. Primary invasive ocular squamous cell carcinoma in a horse. *Veterinary Ophthalmology*. **8**:193-197.
- Khoshbin-e-Khoshnazar M, Pizzi R. 2014. Quantum Superposition in the Retina: Evidences and Proposals. *NeuroQuantology*. **12**:97-101.
- König HE, Liebich HG. 2002. *Anatomie domácích savců*. 2. díl, Splanchnologie, cévní a nervová soustava. H & H, Bratislava. ISBN: 8088700574.
- Kottman J. 2003. *Veterinární oftalmologie*. Noviko, Brno. ISBN: 8086542033.
- Kreitz C, Furley P, Memmert D, Simons DJ, Proulx M. J. 2015. Inattentive Blindness and Individual Differences in Cognitive Abilities. *PLOS ONE*. **10**:1-10.
- Loo M. 2009. *Conjunctivitis*. Integrative Medicine. Elsevier, Missouri. ISBN: 9781416022992.
- Mack A. 2016. Inattentive Blindness. *Current Directions in Psychological Science*. **12**:180-184.
- Malalana F. 2016. Ophthalmologic Disorders in Aged Horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. **32**:249-261.
- Marvan F. 2017. *Morfologie hospodářských zvířat*. Česká zemědělská univerzita v Praze v nakladatelství Brázda, Praha. ISBN: 9788021327511.
- Matthews AG. 2004. The lens and cataracts. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. **20**:393-415.

- McCall CA, Salters MA, Johnson KB, Silverman SJ, McElhenney WH, Lishak RS. 2003. Equine utilization of a previously learned visual stimulus to solve a novel task. *Applied Animal Behaviour Science*. **82**:163-172.
- Merkies R, Farkas H. 2019. Eye Blink Rates and Eyelid Twitches as a Non-Invasive Measure of Stress in the Domestic Horse. *Animals*. **9**:1 - 10. [cit. 2019-12-05]. ISSN: 2076-2615.
- Michau TM. 2017. Equine Glaucoma. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. **33**:519-540.
- Millichamp D. 2000. Cataract phacofragmentation in horses. *Veterinary Ophthalmology*. **3**:157-164.
- Murphy J, Arkins S. 2006. Laterality and visuo-spatial ability in the equine: Functional measures of sport horse selection? *BSAP Occasional Publication*. **35**:159-170.
- Murphy J, Arkins S. 2007. Equine learning behaviour. *Behavioural Processes*. **76**:1-13.
- Murphy J, Sutherland A, Arkins S. 2005. Idiosyncratic motor laterality in the horse. *Applied Animal Behaviour Science*. **91**:297-310.
- Murphy J, Waldmann T, Arkins S. 2004. Sex differences in equine learning skills and visuo-spatial ability. *Applied Animal Behaviour Science*. **87**:119-130. ISSN: 01681591.
- Nasir L, Brandt S. 2013. Papillomavirus associated diseases of the horse. *Veterinary Microbiology*. **167**:159-167.
- Neitz J, Carroll J, Neitz M. 2001. Color Vision: Almost Reason Enough for Having Eyes. *Optics and Photonics News*. **12**:26 - 33.
- Ollivier FJ, Samuelson DA, Brooks DE, Lewis PA, Kallberg ME, Komaromy AM. 2004. Comparative morphology of the tapetum lucidum (among selected species). *Veterinary Ophthalmology*. **7**:11-22.
- Paglia DT. 2004. James Wardrop and Equine Recurrent Uveitis. *Archives of Ophthalmology*. **122**:1218-1223.
- Paul SC, Stevens M. 2019. Horse vision and obstacle visibility in horseracing. *Applied Animal Behaviour Science*. **2**:1-10.
- Payne RJ, Lean MS, Greet TRC. 2009. Third eyelid resection as a treatment for suspected squamous cell carcinoma in 24 horses. *Veterinary Record*. **165**:740-743.
- Plummer CE, Smith S, Andrew SE, Lassaline ME, Gelatt KN, Brooks DE, Kallberg ME, Ollivier FJ. 2007. Combined keratectomy, strontium-90 irradiation and permanent bulbar conjunctival grafts for corneolimbic squamous cell carcinomas in horses. *Veterinary Ophthalmology*. **10**:37-42.
- Rankin CH, Abrams T, Barry RJ, Bhatnagar S, Clayton DF, Colombo J, Coppola G, Geyer MA, Glanzman DL, Marsland S, McSweeney FK, Wilson DA, Wu CF, Thompson RF. 2009. Habituation revisited: An updated and revised description of the behavioral characteristics of habituation. *Neurobiology of Learning and Memory*. **92**:135-138.

- Reece WO. 1998. Fyziologie domácích zvířat. Grada, Praha. ISBN: 8071695475.
- Reece WO. 2011. Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat. Grada, Praha. ISBN: 9788024732824.
- Reeder D. 2009. AAEPV's equine manual for veterinary technicians. Wiley-Blackwell. Ames, Iowa. ISBN: 0813829712.
- Rietbroek NJ, Dingboom EG, Joosten BJLJ, Eizema K, Everts ME. 2007. Effect of show jumping training on the development of locomotory muscle in young horses. *American Journal of Veterinary Research*. **68**:1232-1238.
- Rochais C, Henry S, Sankey C, Nassur F, Góracka-Bruzda A, Hausberger M. 2014. Visual attention, an indicator of human-animal relationships? A study of domestic horses (*Equus caballus*). *Frontiers in Psychology*. **5**:108.
- Rochais C, Sébilleau M, Houdebine M, Bec P, Hausberger M, Henry S. 2017. A novel test for evaluating horses' spontaneous visual attention is predictive of attention in operant learning tasks. *The Science of Nature*. **104**:7-8.
- Sandmeyer LS, Leis M, Bauer B. 2007. History and clinical signs. *Canadian Veterinary Journal*. **48**:97-98.
- Sankey C, Henry S, Clouard C, Richard-Yris MA, Hausberger M. 2011. Asymmetry of behavioral responses to a human approach in young naive vs. trained horses. *Physiology & Behavior*. **104**:464-468.
- Saslow CA. 2002. Understanding the perceptual world of horses. *Applied Animal Behaviour Science*. **78**:209-224.
- Shinozaki A, Takagi S, Hosaka YZ, Uehara M. 2013. The fibrous tapetum of the horse eye. *Journal of Anatomy*. **223**:10-42.
- Smith S, Goldman L. 1999. Color discrimination in horses. *Applied Animal Behaviour Science*. **62**:13-25.
- Spaas J, Helsen WF, Adriaenssens M, Broeckx S, Duchateau L, Spaas JH. 2014. Correlation between dichromatic colour vision and jumping performance in horses. *The Veterinary Journal*. **202**:166-171.
- Stachurska A, Pięta M, Ussing AP, Kaproń A, Kwiecińska N. 2010. Difficulty of cross-country obstacles for horses competing in Three Day Events. *Applied Animal Behaviour Science*. **123**:101-107.
- Stachurska A, Pięta M, Nesteruk E. 2002. Which obstacles are most problematic for jumping horses? *Applied Animal Behaviour Science*. **77**:197-207.
- Starling M, McLean A, McGreevy P. 2016. The Contribution of Equitation Science to Minimising Horse-Related Risks to Humans. *Animals*. **6**:2-13.

- Stewart M, Webster JR, Schaefer AL, Cook NJ, Scott SL. 2005. Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare. *Animal Welfare*. **4**:319-325.
- Timney B, Macuda T. 2001. Vision and hearing in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. **218**:1567-1574.
- Townsend WM. 2017. Disease and Surgery of the Equine Lens. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. **33**:483-497.
- Trojan S. 2003. *Lékařská fyziologie*. Grada, Praha. ISBN: 8024705125.
- Utter ME, Brooks DE. 2011. Glaucoma. *Equine Ophthalmology*. **33**:350-366.
- Vácha M. 2004. *Srovnávací fyziologie živočichů*. Masarykova univerzita, Brno. ISBN: 8021033797.
- Valera M, Bartolomé E, Sánchez MJ, Molina A, Cook N, Schaefer A. 2012. Changes in Eye Temperature and Stress Assessment in Horses During Show Jumping Competitions. *Journal of Equine Veterinary Science*. **32**:827-830.
- Waring GH. 2003. *Horse behavior*. Noyes Publishing, Norwich, N.Y. ISBN: 9780815514848.
- Wathan J, Burrows AM, Waller BM, McComb K, Hillmann E. 2015. EquiFACS: The Equine Facial Action Coding System. *PLOS ONE*. **10**:1-35.
- Willoughby CE, Ponzin D, Ferrari S, Lobo A, Landau K, Omid Y. 2010. Anatomy and physiology of the human eye: effects of mucopolysaccharidoses disease on structure and function. *Clinical*. **38**:2-11.
- Zentall TR. 2005. Selective and divided attention in animals. *Behavioural Processes*. **69**:1-15.

6 Seznam obrázků

Obr. č. 1: Schématické znázornění oční koule (vertikální řez)	10
Obr. č. 2: Chronické změny spojené s ERU	19
Obr. č. 3: Akutní ERU se zarudnutím periokulárních tkání, vaskulizací rohovky, zúženou zornicí a srůstem	19
Obr. č. 4: Luxace čočky a glaukom po traumatu	21
Obr. č. 5: Glaukom s fokálním těžkým edémem rohovky.....	21
Obr. č. 6: Zorné pole koně	26
Obr. č. 7: Trichromatické vidění člověka (vlevo) a předpokládané dichromatické vidění koně (vpravo).....	28
Obr. č. 8: Počet vrásek, počítají se pouze vrásky nad víčkem a vrásky o minimální délce jedné třetiny průměru oka, nepočítají se hluboké vrásky u starších koní	31
Obr. č. 9: Úhel vrásek, stupeň úhlu se měří na průsečíku čáry nakreslené středem oka a čáry nejvyšší vrásky.....	31
Obr. č. 10: Kvalitativní hodnocení, odráží první subjektivní dojem výrazu očních vrásek na základě jejich počtu, markantnosti a úhlu, a) žádná vráska, b) slabě viditelná vráska, c) zřetelně viditelná vráska	31
Obr. č. 11: Tvar očního víčka, zaměřuje se na křivku, kterou tvoří oční víčko, a) pravidelná křivka, b) křivka je souvislá ale mírně vytažená ve směru dorso-mediálním, c) boční část víčka je téměř rovná čára	31
Obr. č. 12: Markantnost (zřetelnost) jednotlivých vrásek, posuzuje se hloubka a šířka vrásek, a) bez viditelných vrásek, b) vrásky jsou ploché, úzké a málo výrazné, c) vrásky jsou výrazné v hloubce i šířce	31
Obr. č. 13: Viditelnost očního bělma, a) bez viditelného bělma, b) s viditelným bělmem ...	31

7 Seznam použitých zkratek a symbolů

RPE – Retinální pigmentový epitel

ERU - Equine Recurrent Uveitis

OSCC – Ocular squamous cell carcinoma

RGC – Retinal ganglion cells

IOT – Interocular transfer

IB – Inattentional Blindness

EquiFACS – The Equine Facial Action Coding System

IRT – Infrared Testing

HPA – Hypothalamus-Hypofýza-Nadledviny

ISES - International Society for Equitation Science