

INFO VET

04 / 2025 XXXII. ROČNÍK



POSUŇTE OCHRANU PRED PARAZITMI NA NOVÚ ÚROVEŇ

NexGard®

**NexGard
SPECTRA®**

**NexGard®
COMBO**

Jednoduché a komplexné pokrytie proti parazitom
pre psov a šteňatá, ako aj pre mačky a mačiatá.



Súhrn údajov o prípravku:

NexGard

11 mg/28mg/68mg/136mg
žuvacie tablety pre psy 2-4 kg/>4-10 kg/
>10-25 kg/>25-50 kg



NexGard SPECTRA

9 mg/2 mg; 19 mg/4 mg; 38 mg/8 mg;
75 mg/15 mg; 150 mg/30 mg
žuvacie tablety pre psy
1,35-3,5 kg/>3,5-7,5 kg/ >7,5-15 kg/
>15-30 kg/>30-60 kg



NexGard Combo

roztok na vonkajšiu aplikáciu na kožu
- spot-on pre mačky
< 2,5 kg/2,5-7,5 kg



Len pre zvieratá.

Výdaj lieku je viazaný na veterinárny
predpis.

Pred použitím si prečítajte písomnú
informáciu pre používateľov.

Účinný a šetrný proti zvracaniu

Because we care

Maropitant – účinné antiemetikum
pre psy a mačky.

- ♥ Znížená bolestivosť pri injekcii* vďaka novému zloženiu s n-butanolom, nezávisle od teploty¹
- ♥ Veľkosť balenia 25 ml – optimálne pre veterinárnu prax
- ♥ Široké spektrum indikácií v medicíne malých zvierat



Všetky práva vyhradené.

www.vetviva.sk 

Vominil 10 mg/ml injekčný roztok pre psy a mačky. Zloženie: Maropitant (ako maropitant citrát monohydrát) 10 mg. **Pomocné látky:** n-butanol, sulfbutylobetadex sodný (SBECSD), voda na injekcie. **Oblasť použitia pre každý cieľový druh:** Psy: Na liečbu a prevenciu nauzey spôsobenej chemoterapiou. Na prevenciu zvracania, okrem prípadov vyvolaných kinetózou. Na liečbu zvracania v kombinácii s inými podpornými opatreniami. Na prevenciu perioperačnej nauzey a zvracania a zlepšenie zotavovania sa z celkovej anestézie po použití μ -opiátových receptorových agonistov morfinu. Mačky: Na prevenciu zvracania a zníženie nauzey, okrem prípadov vyvolaných kinetózou. Na liečbu zvracania v kombinácii s inými podpornými opatreniami. **Kontraindikácie:** Nepoužívať v prípade precitlivosti na účinnú látku alebo na niektorú z pomocných látok. **ATCvet kód:** QA04AD90. **Veľkosť balenia:** 10 ml, 25 ml, 50 ml alebo 5x 10 ml liekovky v kartónovej škatuľke. Nie všetky veľkosti balenia musia byť uvedené na trh. **Dátum informácie:** máj 2023. **Klasifikácia:** Výdaj lieku je viazaný na veterinárny predpis; ďalšie informácie nájdete v národnej schválenom SPC. **Držiteľ rozhodnutia o registrácii:** VetViva Richter GmbH, 4600 Wels, Rakúsko. www.vetviva.com

Podrobné informácie o tomto veterinárnom lieku sú uvedené v databáze liekov Európskej únie (<https://medicines.health.europa.eu/veterinary>).

Referencie: 1: Interná štúdia znášanlivosti, údaje záverečnej správy štúdie, VetViva Richter GmbH. *V porovnaní s pôvodným produktom.

Spolupracovníci:

prof. MVDr. Viera Cigánková, PhD.
 prof. MVDr. Róbert Herich, PhD.
 prof. MVDr. Alica Kočíšová, PhD.
 prof. MVDr. Jana Kottferová, PhD.
 prof. MVDr. Mikuláš Levkut, DrSc.
 prof. MVDr. Mária Levkutová, PhD.
 prof. MVDr. František Lešník, DrSc.
 prof. MVDr. Dionýz Máté, PhD.
 prof. MVDr. Ivan Mikula, DrSc.,
 prof. MVDr. Pavol Mudroň, PhD. DipECBHM
 prof. MVDr. František Novotný, PhD.
 prof. MVDr. Ján Pleva, DrSc.
 prof. MVDr. Peter Reichel, CSc.
 prof. MVDr. Zuzana Ševčíková, PhD.
 prof. MVDr. Alexandra Trbolová, PhD.
 prof. MVDr. Igor Valocký, PhD.,
 doc. MVDr. Igor Capík, PhD.
 doc. MVDr. Slavomír Horňák, PhD.
 doc. MVDr. Mária Kuricová, PhD.
 doc. MVDr. Martin Levkut, PhD.
 doc. MVDr. Vladimír Macák, PhD.
 doc. MVDr. Dagmar Mudroňová, PhD.
 doc. MVDr. Viera Revajová, PhD.
 doc. MVDr. Štefan Šimko, CSc.
 doc. MVDr. Daniela Takáčová, PhD.
 MVDr. Martin Cedzo
 MVDr. Agnieszka Balicka, PhD.
 MVDr. Mária Figurová, PhD.
 MVDr. Jakub Fuchs
 MVDr. Marián Hluchý, PhD.
 MVDr. Ľubica Horňáková, PhD.
 MVDr. Kristína Huňáková, PhD.
 MVDr. Vladimír Hura, PhD.
 MVDr. Filip Kol'vek
 MVDr. Filip Korim
 MVDr. Martin Kožár, PhD.
 MVDr. Gabriela Kredatusová, PhD.
 MVDr. Jakub Lipinský
 MVDr. Tomáš Lipták, PhD.
 MVDr. Zuzana Malinová, PhD.
 MVDr. Martin Mihály, PhD.
 MVDr. Ladislav Molnár, PhD.
 MVDr. Jaroslav Novotný, PhD.
 MVDr. Andrej Renčko, PhD.
 MVDr. Jaroslav Slosiarik
 MVDr. Karol Ševčík
 MVDr. Jaroslav Šimko
 MVDr. Lucia Štempelová, PhD.,
 MVDr. Táňa Štepanková
 MVDr. Viola Strompfová, DrSc.,
 MVDr. Jana Toholová
 MVDr. Magdaléna Török
 MVDr. Alexandra Valenčáková-Agyagosová, PhD.
 MVDr. Bc. Zuzana Vikartovská, PhD.
 MVDr. Tatiana Weissová, PhD.
 MVDr. Ľubica Zácutná
 MVDr. Patrik Zelezník
 MVDr. Gabriela Zelinková
 JUDr. Jana Pajtašová

Obsah:

Diafragmatická hernia ako príčina dyspnoe u mačky - kazuistika	133
Diaphragmatic herniation in a cat with dyspnoe – clinical case MVDr. Jakub Fuchs, PhD.	
Gastrická dilatácia a volvulus	136
Gastric dilatation and volvulus MVDr. Tomáš Lipták, PhD.,	
Strelné poranenia psov a mačiek: diagnostika, manažment a prognóza	139
Gunshot injuries in dogs and cats: diagnosis, management and prognosis doc. MVDr. Mária Kuricová, PhD., MVDr. Tomáš Lipták, PhD.	
Traumatické poranenie mozgu spoločenských zvierat	148
Traumatic brain injury in companion animals MVDr. Patrik Zelezník, Doc. MVDr. Mária Kuricová, PhD.	
Mikroftalmia u psov	152
Microphthalmia in dogs MVDr. Pavol Zubrický PhD., Prof. MVDr. Alexandra Trbolová, PhD., MVDr. Agnieszka Balicka, PhD.	
London Vet Show 2025	156
Biomarkery poškodenia kĺbovej chrupky u psov	158
Biomarkers of Articular Cartilage Damage in Dogs MVDr. Scarlett Polakovič Marešová, PhD.	
Reparačné a regeneračné procesy pri hojení tkanív	161
Reparation and regeneration during tissue healing MVDr. Patrik Zelezník	
Vplyv imobilizácie a rehabilitácie na svalové tkanivo	167
Effect of immobilisation and rehabilitation on muscle tissue MVDr. Magdaléna Török, doc. MVDr. Mária Kuricová, PhD.	
Lokálna liečba balanopostitídy psa - klinický prípad	170
MVDr. Miroslav Petřík	
Umelá inteligencia ako pomocník veterinárneho lekára	175
Artificial Intelligence as a Veterinary Assistant doc. MVDr. Mária Kuricová, PhD.	

Šéfredaktor:

MVDr. Miroslav Petřík

Redakčná rada:

doc. MVDr. Mária Kuricová, PhD.
 prof. MVDr. Valent Ledecský, CSc.
 MVDr. Aladár Maďari, PhD.
 MVDr. Pavol Zubrický, PhD.
 MVDr. Michal Spišák
 MVDr. Stanislava Zubrická
 MUDr. Michaela Petříková

Vydavateľ:

MVDr. Miroslav Petřík - M&M vydavateľstvo,
 K amfiteátru 8, 080 01 Prešov, IČO: 33 952 311
 Mobil: 0911 047 727, e-mail: infovet@infovet.sk
 foto na obálke: Sofia Petříková

Registrácia na MKSR pod evidenčným číslom EV3586/09, ISSN 1335-1907

Tlač: Cofin a.s. Prešov

Dátum vydania č.4/2025 - 20.1.2026

Uzávierka ďalšieho čísla - 28.2.2026

Distribúcia: vydavateľ

Diafragmatická hernia ako príčina dyspnoe u mačky - kazuistika

Diaphragmatic herniation in a cat with dyspnoe – clinical case

MVDr. Jakub Fuchs, PhD.

Veterinárna ambulancia u Lišiaka,
Milosrdenstva 440/27, 040 01 Juh, Košice

Súhrn

Diafragmatická hernia je závažný stav, pri ktorom dochádza k presunu brušných orgánov do hrudnej dutiny v dôsledku ruptúry bránice, najčastejšie po traume. U mačiek sa môže prejavovať akútnou alebo chronickou dyspnoe, cyanózou a letargiou. V tejto kazuistike opisujeme prípad mačky s dýchacími ťažkosťami, u ktorej bola diagnostikovaná diafragmatická hernia pomocou zobrazovacích metód a následne bola riešená chirurgicky.

Kľúčové slová: dyspnoe, röntgenologická diagnostika, trauma

Summary

Diaphragmatic hernia is a serious condition in which abdominal organs are displaced into the thoracic cavity due to a rupture of the diaphragm, most often following trauma. In cats, it can present with acute or chronic dyspnea, cyanosis, and lethargy. In this case report, we describe a cat with respiratory distress who was diagnosed with a diaphragmatic hernia using imaging methods and subsequently treated surgically.

Key words: dyspnoea, radiographic examination, trauma

Úvod

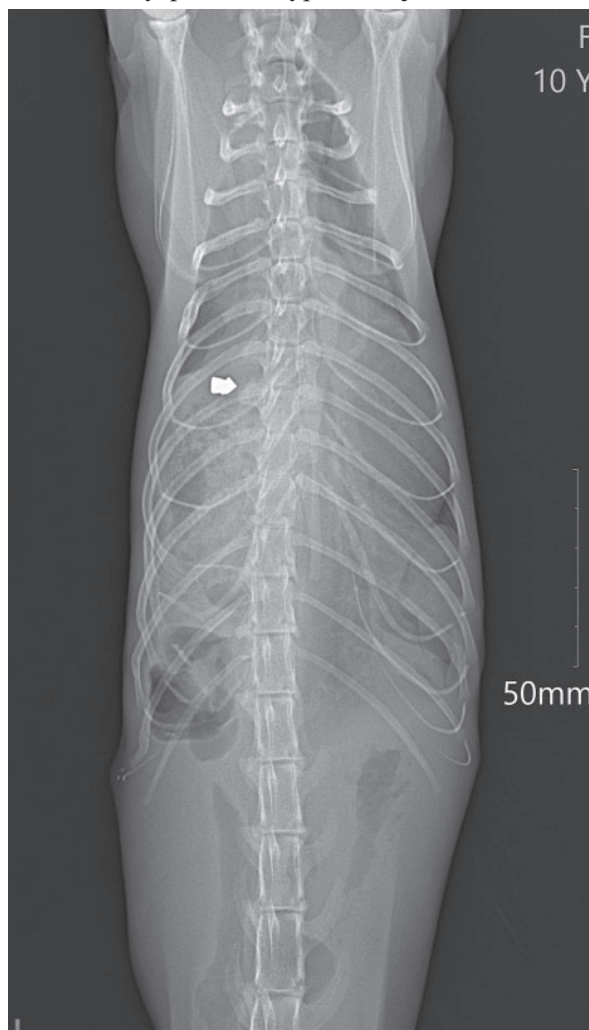
Diafragmatická hernia patrí medzi život ohrožujúce stavy u malých zvierat. Môže byť vrodená, v dôsledku vývojovej poruchy bránice, alebo získaná, najčastejšie po tupej traume, napríklad po dopravnej nehode, páde z výšky alebo kopnutí. Klinické príznaky môžu byť variabilné – od miernej tachypnoe až po vážnu respiračnú insuficienciu.

Medzi potenciálne komplikácie zahrňame dyspnoe v dôsledku kompresie pľúc, hypoxiu, torziu alebo inkarceráciu herniovaných orgánov, gastrointestinálne poruchy a v závažných prípadoch aj šok. Rizikovými faktormi pre vznik získanej hernie sú najmä traumatické udalosti, zatiaľ čo pri vrodených

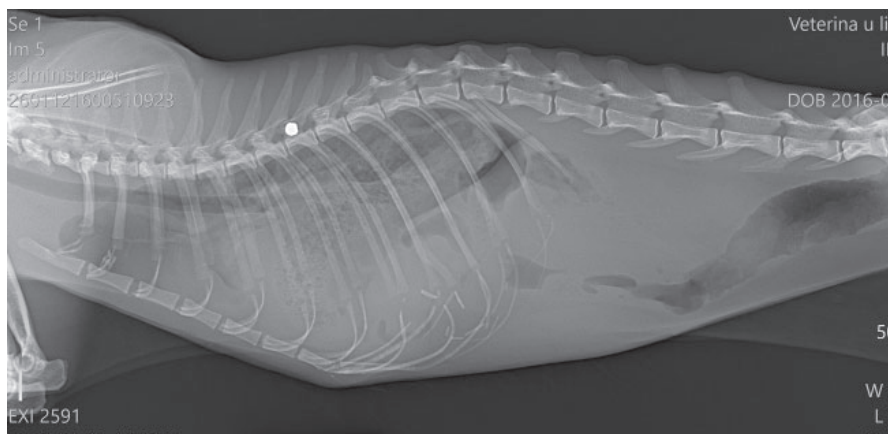
formách zohráva úlohu genetická predispozícia a vývojové abnormality. Včasná diagnostika a chirurgická korekcia sú kľúčové pre prežitie pacienta.

Popis klinického prípadu

Na kliniku bola prijatá mačka (10 ročná samica) s akútnou dyspnoe, tachypnoe a zjavnou námahou



Obr.č.1a - Röntgenologický nálezu mačky s diafragmatickou herniou. Prítomnosť projektilu bola náhodným nálezom.



Obr.č.1b - Röntgenologický nálezný mačky s diafragmatickou herniou. Prítomnosť projektilu bola náhodným nálezom. Zdroj: autor

pri dýchaní. Majiteľ uvádzal, že zviera bolo apatické, menej prijímalo potravu a malo zrýchlené dýchanie už niekoľko dní. Pri klinickom vyšetrení bola prítomná tachykardia, oslabené dýchacie šelesty na pravej strane hrudníka a známky respiračnej tiesne.

Röntgenologické vyšetrenie hrudníka odhalilo prítomnosť brušných orgánov v hrudnej dutine, čo potvrdilo diagnózu diafragmatickej hernie (Obr.č.1a,b). Po stabilizácii pacienta bola vykonaná chirurgická repozícia herniovaných orgánov, v tomto prípade tenkého čreva (Obr.č.2), späť do brušnej dutiny a následná sutúra ruptúry bránice. Po chirurgickom zákroku bol zavedený hrudný dren, ktorý bol ponechaný niekoľko dní na monitorovanie a odvod prípadného plynu alebo tekutiny z pleurálnej dutiny. Pooperačne bola mačka monitorovaná, podávané jej boli antibiotiká, analgetiká a podporné lieky na ochranu GIT.

Diskusia a záver

Diafragmatická hernia predstavuje diagnostickú aj terapeutickú výzvu, najmä u pacientov s akútnou dyspnoe. Klinické príznaky môžu byť nešpecifické

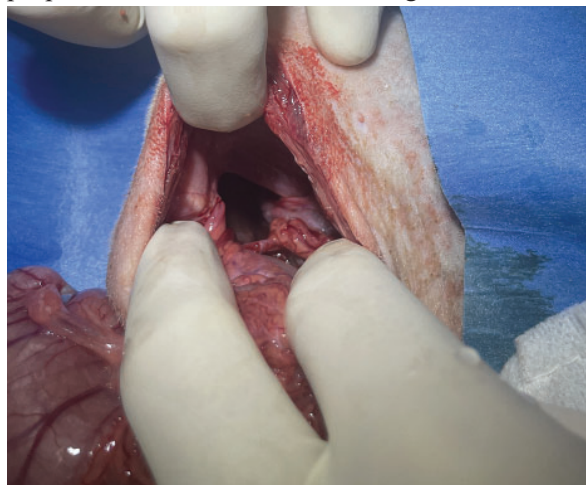
a ich intenzita závisí od rozsahu ruptúry bránice, množstva herniovaných orgánov a rýchlosti vzniku hernie. U niektorých zvierat sa môžu príznaky objaviť oneskorene, čo môže viesť k neskorej diagnostike, najmä pri chronických alebo vrodených formách diafragmatickej hernie.

Röntgenologické vyšetrenie hrudníka je základnou diagnostickou metódou, ktorá často umožňuje stanovenie diagnózy. V niektorých prípadoch však môže byť interpretácia snímok komplikovaná prítomnosťou pleurálneho výpotku, pneumotoraxu alebo plynatých črevných kľučiek.

Stabilizácia pacienta pred chirurgickým zákrokom je nevyhnutná, keďže anestézia a pozitívna pľúcna ventilácia môžu zhoršiť respiračný stav.

Chirurgická korekcia je metódou voľby pri väčšine diafragmatických hernií. Pooperačné komplikácie môžu zahŕňať pneumotorax, recidívu hernie, edém pľúc alebo perzistujúcu dyspnoe. Zavedenie hrudného drenu umožňuje efektívnu kontrolu objemu plynu a tekutiny v pleurálnej dutine a prispieva k stabilizácii respiračných funkcií v pooperačnom období.

Prognóza závisí od celkového stavu pacienta, prítomnosti pridružených poranení a rýchlosti terapeutického zásahu. V prezentovanom prípade viedla včasná diagnostika, adekvátna chirurgická intervencia a intenzívna pooperačná starostlivosť k priaznivému klinickému výsledku. Tento prípad zdôrazňuje potrebu myslieť na diafragmatickú herniu ako na diferenciálnu diagnózu pri dyspnoe u mačiek, najmä pri podozrení na traumatickú etiológiu.



Obr.č.2 - Intraoperačný nálezný diafragmatickej hernie. Vľavo je zobrazené herniované črevo tenké prechádzajúce cez defekt bránice do hrudnej dutiny, vpravo stav po jeho opatrnej repozícii späť do brušnej dutiny. Zdroj: Autor.

PREDSTAVUJEME VÁM SVET PSOV!

www.svetpsov.sk

Sme nová platforma určená všetkým majiteľom a chovateľom psov (najmä začiatčníkom) **obsahujúca online kurzy a prednášky, rady, tipy, návody a videoinštruktážne videá!** Obsah s témami z oblasti výchovy, výcviku, starostlivosti o psa, výstav aj chovateľstva je **tvorený veterinárkou z praxe, chovateľkou a výcvikárkou.**

Prednášky sú odpoveďami na otázky, ktoré nám majitelia denno-denne kladú na našich veterinárnych pracoviskách. Preto sme sa rozhodli tieto rady skompletizovať a podať ich ľuďom veľmi **zrozumiteľným a jasným spôsobom** - vytvorením týchto online kurzov.



PRVÉ A JEDINEČNÉ
ONLINE KURZY
z oblasti kynológie

VETERINÁROM PONÚKAME MOŽNOSŤ SPOLUPRÁCE:

Spolupráca spočíva v odporúčaní našich online kurzov Vaším klientom, majiteľom psov. **Veterinárne pracovisko získa profit** z každého zakúpeného kurzu a výrazne ušetríme Váš čas, nakoľko sa nemusíte podrobne venovať poradenstvu a otázkam, ktoré sa netýkajú veterinárnych tém. V prípade záujmu nás môžete kontaktovať na e-mailovú adresu info@svetpsov.sk, kde Vám radi poskytneme všetky informácie.

Gastrická dilatácia a volvulus

Gastric dilatation and volvulus

MVDr. Tomáš Lipták, PhD.

Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach
Klinika malých zvierat, Univerzitná veterinárna nemocnica
Komenského 73, 041 81, Košice

Súhrn

Gastrická dilatácia a volvulus (GDV) je akútny, život ohrozujúci stav, ktorý vyžaduje chirurgické riešenie. Napriek tomu, že definitívna terapia prebieha zvyčajne na špecializovaných pracoviskách, prvotná stabilizácia pacienta zostáva v kompetencii veterinárneho lekára prvého kontaktu. Článok sa zameriava na klinické odporúčania, ktoré by mal každý praktický veterinárny lekár zvládnuť pred transportom pacienta. Osobitný dôraz je kladený na dekompresiu žalúdka, venózný prístup a infúznú terapiu. Cieľom článku je podporiť zodpovedný a efektívny manažment tohto stavu už v prvej fáze ošetrovania, čím sa výrazne zvyšuje šanca na prežitie pacienta.

Kľúčové slová: dekompresia žalúdka, dilatácia s volvulom, infúzna stabilizácia, prvý kontakt, urgentná intervencia

Summary

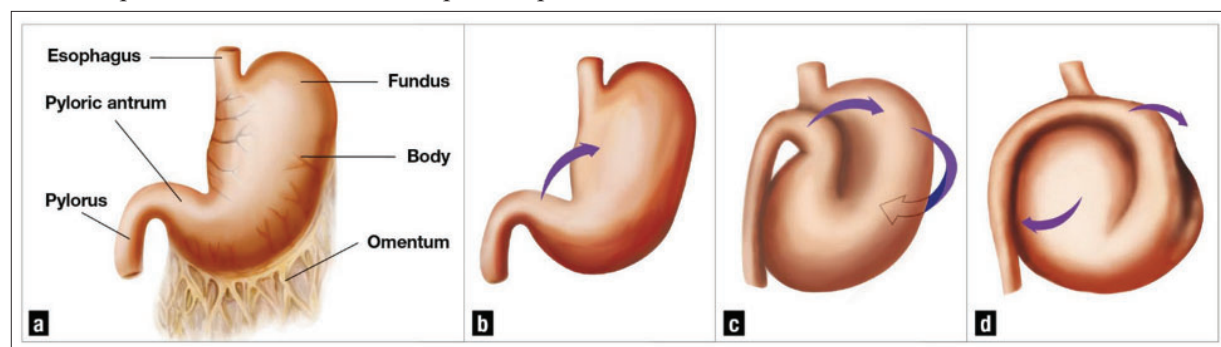
Gastric dilatation and volvulus (GDV) is an acute, life-threatening condition requiring surgical intervention. Although definitive treatment occurs at specialized facilities, initial stabilization is the responsibility of the first-opinion veterinarian. This article focuses on the clinical recognition of GDV, essential pre-referral stabilization steps, and prac-

tical recommendations every general practitioner should be prepared to apply. Emphasis is placed on gastric decompression, intravenous access, and fluid resuscitation. The goal is to encourage timely and appropriate early management, significantly improving the patient's chance of survival.

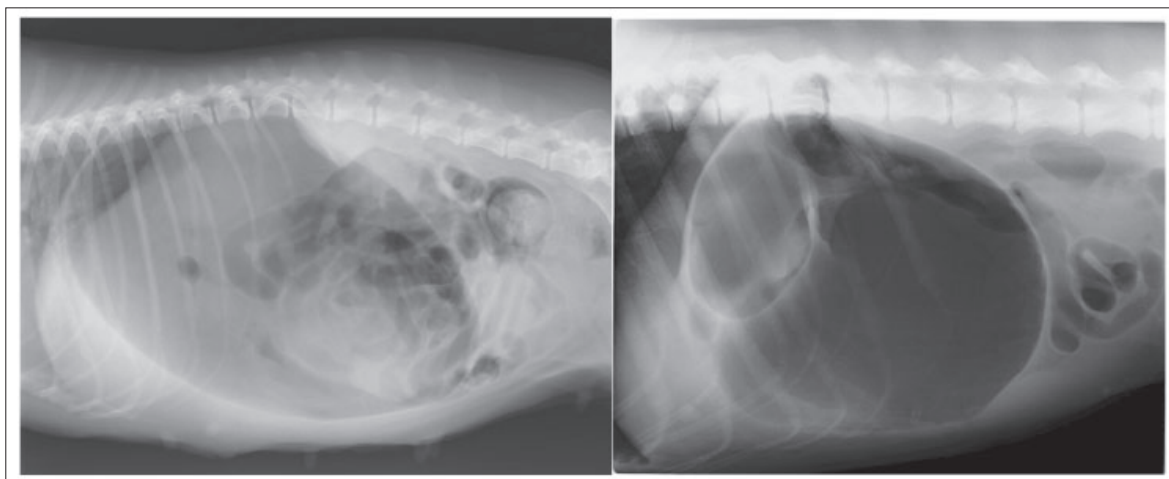
Keywords: emergency intervention, first-opinion practice, fluid stabilization, gastric decompression, gastric dilatation-volvulus

Úvod

Dilatácia žalúdka predstavuje akútne rozšírenie žalúdočného lúmenu plynom, tekutinou alebo krmivom. Tento stav môže prebiehať samostatne, bez rotácie (torzie) žalúdka, alebo môže predchádzať jeho otočeniu. Torzia (volvulus) žalúdka nastáva vtedy, keď sa žalúdok okolo svojej osi otočí. Pri torzii žalúdka dochádza k jeho otočeniu najčastejšie v smere hodinových ručičiek. Fundus, ktorý sa normálne nachádza na ľavej strane sa presúva ventrálne a doprava, zatiaľ čo pylorus sa zo svojej polohy ventrálne vpravo posúva dorzálne a doľava (**Obr.č.1**). Tým dochádza k mechanickému uzavretiu kardie aj pyloru, čím sa zablokuje únik plynu a obsahu zo žalúdka, naruší sa venózný návrat, zvyšuje sa vnútrobrušný tlak a vyvíja sa kardiovaskulárny kolaps.



Obr.č.1 - Znáznornenie postupného pretáčania žalúdka a jeho anatomických častí pri torzii žalúdka u psov. Pri tomto stave dochádza k významnému presunu pylorickej časti a aj k torzii (zatočeniu) pažeráka, čím sa zo žalúdka stáva hermeticky uzavretý vak.



Obr.č.2 - Rozdiel v röntgenologickom náleze v prípade dilatácie žalúdka (dilatácia žalúdka vľavo) a v prípade, kedy došlo k jeho pretočeniu (torzia žalúdka vpravo) – pri torzii vidíme typicky radioopacitnú líniu (stenu) vzniknutú otočením žalúdka a zmenou pozície pyloru, ktorá vytvára obraz dvoch bublín / kompartmentov.

Presná príčina vzniku torzie žalúdka (GDV – gastrická dilatácia s volvulom) nie je dodnes jednoznačne objasnená. Za rizikové sa považujú konštitučné faktory, predovšetkým hlboký hrudník, veľké a obrie plemená psov (napr. nemecká doga, nemecký ovčiak, weimarský stavač), genetická predispozícia, vyšší vek a anatomická laxita (voľnosť) väzivových štruktúr. Okrem toho sa diskutuje o vplyve rýchleho príjmu potravy, kŕmenia raz denne, stresu alebo intenzívnej aktivity krátko po kŕmení, no tieto faktory neboli vedecky preukázané ako rizikové.

Dôležité je vedieť, že nie každá dilatácia automaticky prechádza do torzie, no každá torzia žalúdka vzniká na podklade jeho dilatácie. Práve preto je pri dilatácii žalúdka aj bez jeho rotácie vždy vyžadovaná opatnosť a klinický monitoring.

Gastrická dilatácia s volvulom (torzia žalúdka) predstavuje jednu z najurgentnejších diagnóz v každodennej praxi malých zvierat. Ide o stav, ktorý bez včasného terapeutického zásahu vedie k šoku, multiorgánovému zlyhaniu a úhynu pacienta v priebehu niekoľkých hodín.

Typická anamnéza je „pes sa náhle nafúkol a zvracia naprázdno“. Veterinárny lekár vysloví podozrenie na torziu žalúdka a odporučí okamžitý prevoz na chirurgické pracovisko. Aj keď ide o správny smer postupu, pes nemusí na špecializované pracovisko doraziť, ak mu ešte na mieste neposkytneme aspoň základnú stabilizáciu. Transport v dyspnoickom, bolestivom, hypovolemickom a nekompenzovanom stave môže byť pre pacienta fatálny. Práve preto je kľúčové, aby veterinárny lekár prvého kontaktu poznal základný stabilizačný protokol pri podozrení na GDV a dokázal ho použiť aj bez špecializovaného vybavenia.

Klinický obraz a diagnostika

Medzi typické príznaky torzie žalúdka patrí akútne zväčšenie abdomenu (spočiatku najmä v ľavých kvadrantoch), neproduktívne zvracanie alebo pokusy o zvracanie, slabosť, tachykardia, anemické sliznice, dyspnoe, kyfotický postoj a výrazná abdominálna bolesť.

Ak má veterinárny lekár k dispozícii röntgen, potvrdí dilatáciu / torziu žalúdka. Typickým röntgenologickým nálezom pri GDV je „double bubble“ obraz, označovaný ako 2 oddiely alebo kompartmenty (**Obr.č.2**). Diagnóza GDV je však prevažne klinická a prvotná terapia nesmie čakať na potvrdenie pomocou röntgenu.

Pri podozrení na GDV prichádza pacient s dilatovanou brušnou dutinou, napnutou brušnou stenou, ktorá na ľavej strane pri poklepaní prstami dáva typický tympanický zvuk. Už samotný tento nález nám dáva veľkú indíciu. V tejto chvíli už zvyčajne nevykonávame ďalšie vyšetrenia ale musíme poskytnúť pacientovi prvú pomoc.

Prvá pomoc – čo je povinnosťou prvého kontaktu

1. Zavedenie intravenózneho prístupu

- kanyla rýchlo a do veľkej žily (najčastejšie v hrudníkovej končatine),
- podanie bolusu kryštaloidov (10–30 ml/kg i.v. rýchlo, podľa reakcie).

2. Analgédia

- ideálne opioidy (napr. butorfanol, metadon),
- NSAID podávame až po stabilizácii pacienta a po zhodnotení perfúzie.

3. Dekompresia žalúdka – perkutánne hrubou ihlou

- ihla 14–16G sa zavádza do oblasti najväčšieho vykľutia (ľavá strana za posledným rebrom)
- šetrné uvoľnenie plynu môže okamžite zlepšiť dýchanie, tlak a cirkuláciu.

4. Nasogastrická sonda (ak je tolerovaná a prechádza bez rezistencie)

- možná pokročilejšia alternatíva perkutánnej dekompresie – nesmie sa zavádzať násilu!

Kedy a ako pacienta odoslať na vyššie pracovisko

Po základnej stabilizácii je pacient pripravený na transport – s infúziou, analgéziou a po dekompresii žalúdka. Následné zabezpečenie, čo najplynulejšieho prechodu na chirurgické pracovisko zvyšuje šancu na prežitie. Dôležitá je aj sprievodná dokumentácia: čas objavenia sa príznakov, podané lieky a objem tekutín, reakcia na stabilizáciu.

distenzie abdomenu, pokusy o zvracanie, tympanický zvuk vľavo.

Ak nie sú príznaky šoku: podať analgéziu, zväžiť sondovanie žalúdka – ak prejde sonda, opatrne vypustiť obsah, aplikovať simetikón / spazmolytika pri podozrení na ďalšiu plynatosť, monitoring počas 2–4 hodín, RTG, ak je k dispozícii.

Ak dôjde k úľave a zlepšeniu: pes ostáva v sledovaní, odporučiť úpravu kŕmenia, rozdelenie dávky, pokoj po jedle.

Ak sa stav nemení alebo zhoršuje: podozrenie na rozvoj GDV → postup ako pri torzii → stabilizácia a následne operácia / referovanie.

Každá výrazná dilatácia žalúdka vyžaduje pozornosť. Aj keď ide „len“ o dilatáciu, je to potenciálne predstádium torzie. Ak má veterinárny lekár podozrenie, mal by radšej pacienta monitorovať a zabezpečiť podpornú terapiu, ako prehliadnuť vyvíjajúci sa možný fatálny stav.

Porovnanie: Dilatácia vs. GDV (dilatácia + torzia)

Charakteristika	Len dilatácia žalúdka	Dilatácia s torziou (GDV)
Plemená	Akékoľvek, vrátane malých	Typicky veľké / hlboký hrudník
Začiatok príznakov	Po žraní, nadmernom pití, strese	Náhly, bez zjavnej príčiny
Dýchanie	Mierne ťažkosti (ak vôbec)	Výrazná dyspnoe, tachypnoe
Zvracanie / pokusy	Môže zvracať obsah	Neproduktívne zvracanie
Abdomen	Mäkký až napnutý, tympanický	Výrazne distendovaný, bolestivý
Obeh	Väčšinou stabilný	Príznaky šoku: tachykardia, bledé sliznice, celková slabosť
RTG nález	Dilatovaný žalúdok, bez rotácie	Typický „double bubble“ / „2 kompartmenty“
Reakcia na sondu	Sonda prejde do žalúdka	Sonda sa nedá zaviesť / cítime odpor
Riziko torzie?	Nízke, no možný prechod do GDV	Už prítomná torzia – chirurgický stav
Terapia	Konzervatívna, monitoring	Urgentná stabilizácia a chirurgia

Časté chyby v praxi

- len stanovenie diagnózy bez poskytnutia prvej pomoci
- žiadna analgézia – stupeň bolesti pri dilatácii a torzii žalúdka nesmie byť podceňovaný!
- nečinnosť pre obavu z chyby: veterinárny lekár „nič neurobí“, hoci má základné prostriedky, ktoré môžu zohrať významnú úlohu v ďalšej prognóze pacienta
- zbytočné zdržanie zhotovovaním röntgenogramov alebo vykonávaním laboratórnych vyšetrení krvi pri jasnom klinickom obraze.

Ako postupovať pri jednoduchej dilatácii (bez torzie):

Vyšetriť pacienta ako pri GDV – nesmieme nevyhlásiť torziu len na základe veľkosti plemena.

Zhodnotiť klinický stav: vitálne funkcie, stupeň

Záver

Dilatácia a torzia žalúdka je akútny stav, ktorý vyžaduje akútny chirurgický zákrok. No ešte predtým nevyhnutne potrebujú takíto pacienti urgentnú stabilizáciu. A tá je vždy v rukách veterinárneho lekára prvého kontaktu. Zachrániť pacienta nezačína skalpelom, ale kanylou, ihlou a infúziou. Každý veterinárny lekár má v takej chvíli obrovský vplyv na ďalší osud zvierat'a. Žiadna veterinárna ambulancia ani prax nie je na to „príliš malá“, ak má človek vôľu konať.

Strelné poranenia psov a mačiek: diagnostika, manažment a prognóza

Gunshot injuries in dogs and cats: diagnosis, management and prognosis

doc. MVDr. Mária Kuricová, PhD.

MVDr. Tomáš Lipták, PhD.

Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach
Klinika malých zvierat, Univerzitná veterinárna nemocnica
Komenského 73, 041 81, Košice

Súhrn

Strelné poranenia malých zvierat, aj keď sa nevyskytujú často, predstavujú vážny a v niektorých prípadoch život ohrozujúci stav. Tento článok ponúka prehľad najčastejších príčin, mechanizmov poranenia, klinického obrazu, diagnostického postupu a terapeutických možností u psov a mačiek postihnutých strelnou traumou.

Súčasťou príspevku je aj kazuistika jazvečíka so strelným poranením brušnej dutiny, pri ktorom napriek včasnému zásahu bola jedinou terapiou voľby humánna eutanázia. Na porovnanie uvádzame aj prípad postrelenej kopovky, ktorá mala rovnako strelné poranenie brušnej dutiny, bez perforácie GIT a bola úspešne vyliečená.

Osobitne zdôrazňujeme kľúčovú úlohu veterinárneho lekára prvého kontaktu. Práve jeho prístup v prvých minútach až hodinách od udalosti často rozhoduje o ďalšom osude pacienta. Rýchla stabilizácia, zhodnotenie rozsahu poranení a správne rozhodnutie o ďalšom postupe sú kľúčové. Niekedy fatálne následky totiž nevznikajú z rozsahu samotného poranenia, ale z podcenenia stavu v počiatočnej fáze starostlivosti.

Článok preto nie je určený len chirurgom či špecializovaným pracoviskám, ale každému, kto sa môže ako prvý kontakt stretnúť s akútnou strelnou traumou, aby dokázal reagovať zodpovedne, rýchlo a cielene.

Kľúčové slová: hemoragický šok, hypovolémia, klinické rozhodovanie, urgentná medicína

Summary

Gunshot wounds in small animals, although uncommon, represent a serious and often life-threatening condition. This article provides an overview of the most common causes, mechanisms of injury, clinical presentation, diagnostic procedures, and therapeutic options in dogs and cats affected by

gunshot trauma. Attention is also paid to prognostic factors that influence further patient management.

It also includes a case report of a dachshund with a gunshot wound to the abdominal cavity, in which euthanasia was necessary despite timely intervention.

The article also draws attention to the need for interdisciplinary cooperation, thorough documentation, and consideration of the legal aspects of gunshot wounds in animals.

We particularly emphasize the key role of the first-contact veterinarian. It is his approach in the first minutes to hours after the event that often determines the patient's future fate. Rapid stabilization, assessment of the extent of the injuries, and the correct decision on further action are essential. Many fatal consequences do not arise from the extent of the injury itself, but from underestimation of the condition in the initial phase of care. The article is therefore not intended only for surgeons or specialized workplaces, but for anyone who may be the first to encounter acute gunshot trauma, so that they can respond responsibly, quickly and purposefully.

Keywords: clinical decision-making, haemorrhagic shock, hypovolemia, emergency medicine

Úvod

Strelné poranenia psov a mačiek sú síce menej časté ako iné typy traumy (ako sú pády, dopravné nehody alebo uhryznutia), no predstavujú vážny problém sprevádzaný vysokým rizikom komplikácií a mortality. Výskyt týchto poranení je často viazaný na vidiecke oblasti, nezabezpečené dvory, pytlíctvo, ale aj úmyselné ublíženie. Z hľadiska etiky a práva ide o prípady s presahom do trestno-právnej roviny.

Zvieratá postihnuté strelnou ranou bývajú vo vážnom stave často už pri príchode na veterinárne pracovisko, pretože strelné poranenia môžu zasiah-

nuť viacero orgánových systémov naraz, spôsobujú šokový stav, masívnu stratu krvi alebo neurologické poškodenie. Prognóza závisí od lokalizácie zásahu, typu strely, vzdialenosti výstrelu a časového intervalu do poskytnutia adekvátnej pomoci.

Aj keď sa presné epidemiologické údaje v našom regióne systematicky nezhrmaďujú, niekoľko retrospektívnych štúdií (USA, UK) uvádza, že strelné poranenia tvoria približne 0,2%-0,8% všetkých prijatých urgentných stavov na veterinárnych pohotovostiach. Ich mortalita môže presiahnuť 50%, najmä pri zásahu životne dôležitých štruktúr (mozog, miecha, veľké cievy, dutiny tela).

Zásadnou výzvou pre veterinárneho lekára je rýchle a systematické zhodnotenie poranenia. Často sa jedná o polytraumu, kedy nestačí riešiť len viditeľné poškodenie. Diagnostika si vyžaduje okrem dôsledného klinického hodnotenia i dôsledné röntgenologické a ultrasonografické vyšetrenie, prípadne CT vyšetrenie v komplikovaných prípadoch. Terapeutický prístup sa líši podľa lokalizácie zásahu. Niektoré prípady vyžadujú okamžitý chirurgický zákrok, iné nevyhnutnú stabilizáciu a sledovanie.

Strelné poranenia hlavy

Patofyziológia

Strelné poranenia hlavy psov a mačiek môžu zahŕňať povrchové poranenia mäkkých tkanív, ale aj penetrujúce poranenia lebky, mozgu alebo iných štruktúr hlavy (očné bulby, horné dýchacie cesty, maxilofaciálne štruktúry). Charakter poškodenia závisí od kalibru strely, rýchlosti a energie strely, miesta vstupu strely, uhla penetrácie a prítomnosti fragmentácie.

Strela pri preniknutí do lebky vytvára primárne poškodenie (lacerácia tkaniva, krvácanie) a zároveň vyvoláva sekundárne poškodenie – edém, ischémia, intrakraniálna hypertenzia a následná herniácia mozgu.

Klinická prezentácia

Spektrum klinických prejavov je široké. Môžu byť prítomné len povrchové rany na hlave s minimálnym neurologickým nálezom, alebo epistaxis, hematochézia, otorrhoea, až poruchy vedomia od apatie po kómu, záchvaty, prípadne ataxia, chodenie do kruhu, rolovanie, anisokória. Náhly úhyn pri zásahu životne dôležitých štruktúr (mozgový kmeň, hypothalamus) nie je nezvyčajný. Vstupná rana môže byť malá a nenápadná, ale poškodenie vo vnútri lebky môže byť devastujúce.

Diagnostika

Klinické a neurologické vyšetrenie: trias, zhodnotenie vedomia, reflexov, motoriky

RTG lebky: orientačný nástroj, obmedzený pri hodnotení poškodenia mozgu

CT / MRI: zlatý štandard pre detekciu fraktúr, hematómov, mozgového edému

Fundoskopické vyšetrenie: môže odhaliť zvýšený intrakraniálny tlak (napr. edém papily)

Terapia

Stabilizácia pacienta (kontrola dýchania, obehu, krvácania) je najdôležitejším prvým krokom. Osmotická terapia (napr. manitol) musí byť poskytnutá pri známkach intrakraniálnej hypertenzie, ako je chýbajúci pupilárny reflex alebo mydriáza. Antikonvulzíva používame pri záchvatoch (napr. levetiracetam, diazepam), antibiotiká pri otvorených ranách alebo fraktúrach s rizikom meningitídy. Chirurgickú intervenciu zvažujeme len pri dobre lokalizovaných hematómoch, dekompresii alebo odstránení cudzích telies po náležitej zobrazovacej diagnostike.

Prognóza

Je dobrá až opatrná pri povrchových poraneniach bez neurologického deficitu. Opatrná až zlá pri poraneniach mozgu, v závislosti od lokalizácie a rozsahu poškodenia. Zlú prognózu vyslovujeme pri kóme, poruche životných funkcií alebo decerebračnej rigidite.

Strelné poranenia hrudnej dutiny

Patofyziológia

Strelné poranenia hrudníka predstavujú vážny urgentný stav, ktorý môže ohroziť život už v priebehu niekoľkých minút. Mechanizmus poranenia zahŕňa priame poškodenie pľúcneho tkaniva, poranenie srdca alebo veľkých ciev (*aorta*, *vena cava*), penetráciu do pleurálnej dutiny s rozvojom pneumotoraxu alebo hemotoraxu, poranenie trachey, bronchov alebo pažeráka.

Dôležitým sekundárnym mechanizmom poškodenia je negatívny tlak v hrudnej dutine. Otvorená rana môže spôsobiť tzv. sací alebo aj tenzný pneumotorax – pri každom nádychu sa do hrudnej dutiny nasáva vzduch a stráca sa podtlak, čo vedie ku kolapsu pľúcneho parenchýmu a zhoršeniu funkčnej ventilácie.

Vysokorýchlostné strely môžu spôsobiť primárne poškodenie (kontúziu pľúcneho parenchýmu) aj keď nepreniknú do hrudnej dutiny, pretože tlaková vlna efektívne prenáša energiu do tkanív cez hrudnú stenu.

Klinická prezentácia

Zvieratá so strelným poranením hrudníka môžu prezentovať nasledovné klinické príznaky:

Tachypnoe, dyspnoe, abdominálne dýchanie
Cyanóza slizníc, slabosť, kolaps

Krv z nozdier, papule alebo z otvorenej rany
Podkožný emfyzém

Niekedy len veľmi nenápadné vonkajšie poranenie

Pri poranení veľkých ciev alebo masívnom hemotoraxe môže byť viditeľná prítomnosť šoku alebo hypoxie.

Diagnostika

Klinické vyšetrenie je zamerané na trias, posúdenie dýchacích šelestov, perkusiu hrudníka (tiché oblasti môžu signalizovať kolaps pľúc). Röntgenologické vyšetrenie hrudníka (po stabilizácii) zahŕňa diagnózu ako pneumotorax, hemotorax, kontúzia pľúcnych lalokov a dislokácia strely. Vždy zhotovujeme dve na seba kolmé projekcie (LL + DV). V prípade dyspnoe a anamnézy traumy zhotovujeme k laterolaterálnej projekcii radšej dorzoventrálnu (nie VD), ktorá je prijateľnejšia pre pacientov s dyspnoe a možnými nestabilnými zlomeninami.

Ultrasonografické vyšetrenie (TFAST) zameriavame sa rýchlu detekciu voľného plynu alebo tekutiny v hrudnej dutine. Vyšetrenie hrudníka pomocou počítačovej tomografie (CT) je ideálne na lokalizáciu projektilu a detailné zobrazenie poškodenia mäkkých a tvrdých tkanív.

Dôležitou súčasťou diagnostiky je oxymetria alebo stanovenie koncentrácie krvných plynov pre odhad vážnosti hypoxie.

Terapia

Prvotné zabezpečenie priechodnosti dýchacích ciest (intubácia pri dyspnoe alebo kóme) nasledované podľa potreby drenážou hrudníka. Pneumotorax vyžaduje torakocentézu alebo hrudný dren, hemotorax vyžaduje drenáž hrudníka a opatrenia na stabilizáciu objemu tekutín a krvi.

Kyslíková terapia je nevyhnutná u väčšiny pacientov s traumou hrudnej steny / dutiny. Tekutinová resuscitácia je vyžadovaná pri hypovolémii. Antibiotiká podávame pri otvorených poraneniach hrudníka alebo penetrácii pažeráka. Chirurgický zákrok je potrebný pri masívnom krvácaní, poranení veľkých ciev, perikardu alebo pri neustále unikajúcom vzduchu, kedy dyspnoe a opakované rtg vyšetrenie preukazuje prítomnosť vzduchu / tekutiny aj po náležitej drenáži.

Prognóza

Dobrá až opatrná prognóza je pri ohraničených poraneniach pľúc bez masívnej straty krvi. **Zlá** pri penetrácii strely do srdca, veľkých ciev alebo pri bilaterálnom pneumotoraxe. **Infauštnú** prognózu vyslovujeme pri kombinácii hemotoraxu a poraneniach dýchacích ciest bez možnosti drenáže.

Strelné poranenia brušnej dutiny

Patofyziológia

Brušná dutina je oblasť s veľkým počtom životne dôležitých orgánov. Strelné poranenia môžu zasiahnuť parenchymatózne orgány (pečeň, slezina, obličky, pankreas), duté orgány (žalúdok, črevá, močový mechúr), veľké cievy (*aorta*, v. *cava caudalis*) alebo peritoneum – riziko peritonitídy pri perforácii GIT.

Typické následky

Masívne vnútorné krvácanie, najmä pri poranení sleziny, pečene alebo veľkých ciev

Perforácia čreva → únik obsahu → sepsa, peritonitída

Poranenie močového traktu → uroperitoneum

Poškodenie miechových segmentov – napr. L1–L4 pri zásahu kraniálneho abdomenu

Dôležitý faktor je trajektória strely – môže vstúpiť cez brušnú stenu a skončiť v retroperitoneu, chrbtici alebo panve.

Klinická prezentácia

Môže byť nenápadná, externá rana môže byť malá, ale vnútorné poškodenie orgánov a tkanív masívne (iceberg efekt ako pri poraneniach hrudníka). Typické príznaky sú apatia, slabosť, bolesť pri palpácii brušnej dutiny. Palpačne je zistená tuhá alebo distendovaná brušná dutina, tiež anemické sliznice, predĺžený CRT, známky hypovolemického šoku. Prítomné môžu byť zvracanie, hnačka alebo hematúria. U niektorých pacientov sa objavujú klinické príznaky až po niekoľkých hodinách v dôsledku rozvíjajúcej sa sepsy alebo pokračujúceho krvácania, čím sa zhoršuje prognóza.

Diagnostika

Klinické vyšetrenie odhalí bolestivosť, distenziu, napätie brušnej dutiny. Röntgenologickým vyšetrením sa po stabilizácii zistí lokalizácia strely, prípadne voľný plyn / tekutina (perforácia GIT alebo bránice). Ultrazvukom (AFAST) vizualizujeme voľnú tekutinu, hematómy, orgánové poškodenie. Abdominálna punkcia nám slúži na potvrdenie hemoperitonea / uroperitonea.

Krvné testy sú po stabilizácii zamerané na hematokrit, laktát, močovinu, kreatinín, elektrolity. Kontrastné röntgenologické štúdie vykonávame zriedkavo, napr. ak existuje podozrenie na ruptúru močových ciest.

Terapia

Stabilizácia pacienta zahŕňa tekutiny, analgéziu, oxygenáciu. Antibiotiká využívame širokospektrálne, najmä pri podozrení na perforáciu GIT. Chirurgická laparotómia je terapiou voľby pri masívnom krvácaní, perforácii čreva alebo močového

mechúra, zasiahnutí viacerých orgánových štruktúr. Po laparotómii a terapii poškodenia zvyčajne zavádzame pri perforácii GIT peritoneálny dren. Pacienti zvyčajne vyžadujú intenzívnu pooperačnú starostlivosť, ktorého súčasťou je nepretržitý monitoring a zabezpečenie výživy a analgézie.

Prognóza

Opatrná až dobrá, ak je poranenie lokalizované a chirurgicky riešiteľné. Zlá až infaustná, ak dôjde k multiorgánovému poškodeniu, sepse alebo pretrvávajúcemu krvácaniu. Medzi rizikové faktory patrí oneskorené ošetrenie, hypotermia, kontaminácia peritonea a rozvinutý šokový stav.

Strelné poranenia chrbtice a miechy

Patofyziológia

Strelné poranenia chrbtice sú vážne najmä vtedy, ak dôjde k poškodeniu stavcov (fraktúry, luxácie), priamej penetrácii strely do miechového kanála, kontúzii alebo transekcii miechy, ischemickému poškodeniu v dôsledku kompresie alebo hematómu.

Miecha môže byť zasiahnutá priamo (projektil) alebo nepriamo (tlaková vlna strely, posun fragmentov stavcov). Typ a rozsah neurologickej prezentácie závisia od lokalizácie poškodenia. Poškodenie miechy spôsobuje neurologický deficit kaudálne od úrovne poranenia.

Typicky zasiahnuté miechové segmenty sú:

- torakolumbálny (T3-L3) – často pri brušných zásahoch smerom dorzálne – spôsobuje neurologické deficity panvových končatín a močenia, hrudníkové končatiny môžu byť postihnuté tzv. Schiff-Sherrington syndrómom.

- lumbosakrálny (L4-S3) – s postihnutím periférnych nervov a močového mechúra – spôsobuje deficity panvových končatín a močenia / trúsena, hrudníkové končatiny nie sú postihnuté neurologickým deficitom.

- cervikálny (C1-C7) – vzácnejšie, s následnou tetraplégiou, menej často sú postihnuté len panvové končatiny.

Klinická prezentácia

Neurologické príznaky závisia od vážnosti poškodenia – paréza / plégia panvových alebo všetkých končatín, ataxia, strata propiocepce. Anisokória a zmeny pupilárnych reflexov bývajú prítomné pri cervikálnych a cervikotorakálnych léziách. Pri poškodení miechy byť prítomná aj retencia moču, inkontinencia alebo strata análnych reflexov. Väčšinou zisťujeme bolestivú reakciu na palpáciu chrbtice alebo digitálny tlak v mieste zásahu. Prítomnosť hlbokoj citlivosti (deep pain perception) je hlavný prognostický faktor. Úplná strata

hlbokej citlivosti >24 hodín je zrkadlom veľmi zlej až infaustnej prognózy.

Diagnostika

Neurologické vyšetrenie prináša odpoveď na otázku, aká je lokalizácia lézie v rámci miechových segmentov podľa nálezov neurologických deficitov na jednotlivých končatinách. Röntgenologické vyšetrenie chrbtice indikujeme za účelom identifikácie fraktúr, dislokácií, lokalizácie projektilu. Sofistikované zobrazovacie metódy (CT / MRI) poskytujú podrobné zobrazenie miechy a okolitých štruktúr. Urodynamické štúdie vykonávame pri retencii moču na posúdenie funkcie dolných močových ciest v prípadoch, ak nie je prítomná zodpovedná lézia na mieche.

Terapia

Stabilizácia pacienta (monitorujeme krvný tlak, ventiláciu, močovú kontinenciu)

Analgetiká + protizápalová terapia (NSAID, gabapentín ± opioidy)

Antibiotiká pri otvorených fraktúrach alebo riziku meningitídy / myelitídy

Chirurgický zákrok (dekompresia / stabilizácia, odstránenie projektilu): indikovaný, ak je pacient stabilný a je šanca na obnovenie motorickej a autonómnej funkcie (chôdza, močenie, trúsenie)

Klietkový odpočinok odporúčame pri stabilných léziách bez progresie neurologickej prezentácie

Rehabilitácia zahŕňa pasívne pohyby, hydrotériu, fyzioterapiu (po stabilizácii / operácii).

Prognóza

Prognóza je dobrá až opatrná, ak je zachovaná hlboká citlivosť a nedošlo ku transekcii miechy. Zlá až infaustná pri úplnej paralýze bez hlbokoj citlivosti. Vážna úvaha o eutanázii je na mieste pri parapléгии s inkontinenciou a bez zlepšenia napriek terapii do 2 týždňov.

Strelné poranenia končatín

Patofyziológia

Končatiny sú často zasiahnutou oblasťou pri streľbe zblízka alebo zo zeme. Zasiahnuté môžu byť mäkké tkanivá (svaly, koža, šľachy), dlhé kosti (fraktúry s otvorenou kontamináciou), kĺby (intraartikulárne projektily), periférne nervy a cievy.

Poškodenie závisí od typu strely. Viaceré malé broky spôsobujú mnohopočetné lézie, jedna guľka môže spôsobiť razantnú deštrukciu s kavitačným efektom (vytvorenie dutiny v tkanive po prejení strely). Často sa stretávame aj s prípadmi, kedy diagnostikujeme kombinované poranenia fraktúra + nerv + cievy, čím sa zvyšuje riziko amputácie končatiny.

Klinická prezentácia

Krvácanie, opuch, viditeľná vstupná a výstupná rana (nie vždy oboje)

Nestabilita končatiny, abnormálne pohyby pri fraktúrach a poškodení väzov

Krívanie, neochota zaťažovať končatinu

Lokálne neurologické deficity – strata citlivosti, reflexov

Nekróza alebo infekcia tkaniva

Pri poškodení hlavnej cievy môže byť končatina chladná, bledá, bez pulzácie.

Diagnostika

Klinické vyšetrenie smerujeme na posúdenie stability končatiny, cievneho zásobenia, motoriky, citlivosti. Röntgenologické vyšetrenie môže odhaliť fraktúry, kovové fragmenty alebo poškodenie kĺbov. Ultrazvukom (Doppler) zisťujeme priechodnosť ciev. Ďalšiu zobrazovaciu diagnostiku CT / MRI indikujeme pri podozrení na poškodenie nervových štruktúr alebo na detailné zhodnotenie komplexných poranení.

Terapia

Prvoradá je dekontaminácia a chirurgické ošetrovanie rany (laváž, debridement). Na stabilizáciu fraktúry, ak je prítomná, použijeme externú fixáciu obvazom, osteosyntézou alebo dočasný externý fixátor. Antibiotiká používame najčastejšie širokospektrálne (otvorené poranenie = vysoké riziko infekcie). Analgézia musí byť multimodálna (NSAID, opioidy, gabapentín). Možnosti amputácie zvažujeme, ak je tkanivo avitálne s multikomponentným poškodením.

Prognóza

Dobrá, ak ide o izolované poranenie mäkkých tkanív alebo stabilnú fraktúru. Opatrná pri poranení nervov, kĺbov alebo veľkých ciev. Zlá, ak je poškodenie rozsiahle, infikované alebo došlo k nekróze. Dobrá kvalita života je dosiahnuteľná aj po nevyhnutnej amputácii, a to najmä u menších plemien psov a mačiek.

Prvá pomoc pri podozrení na strelné poranenie

Pri prijatí pacienta so strelným poranením je prioritou rýchla stabilizácia, nie riešenie rany samotnej. Pokiaľ je prítomné aktívne krvácanie, toto zastavujeme spolu so začatím stabilizácie. Takýto pacient však môže mať skryté vnútorné krvácanie, šok alebo poranenie CNS. Preto sa treba držať zásady, že najskôr liečime život ohrozujúce stavy – "treat first what kills first." Nestabilného pacienta najprv stabilizujeme, až potom zhotovujeme RTG, USG, atď.

1. Rýchle zhodnotenie klinického stavu („triage“)

Vedomie: reaktívny / bezvedomie

Dýchanie: typ, frekvencia, dyspnoe, cyanóza

Cirkulácia: srdcový úder, pulz, CRT, farba slizníc

Krvácanie: externé, interné

2. Stabilizácia pacienta

Pri masívnom vonkajšom krvácaní aplikujeme lokálny tlak, sterilné krytie, obväz / dočasný turniket. Nasleduje tekutinová resuscitácia, používame kryštaloidy i.v. (20-30 ml/kg počas 10-15 min) podľa stavu a reakcie pacienta na podaný objem. Pri hypovolémii a hematokrite < 20 % je potrebné zvážiť podanie koloidov alebo transfúzie.

Dýchanie podporujeme kyslíkom (maska, flow-by, kyslíkový box). Ak pozorujeme dyspnoe a počujeme len slabé dýchacie šelesty, vyslovujeme podozrenie na pneumotorax. Je potrebné vykonať torakocentézu (v 7. až 9. medzirebrovom priestore, kraniálne od rebra).

Analgézia zahŕňa opioidy (napr. butorfanol, metadon), ktoré sú bezpečné aj pri šoku, podávať môžeme tiež gabapentín alebo ketamín (v nízkych, subanestetických dávkach v infúzii).

Ak si nie sme istí rozsahom poranenia zaoberáme sa pacientom vždy ako s polytraumatizovaným. U postrelených zvierat „nevinne“ rany klamú a najväčšie poškodenia bývajú často skryté hlbšie.

3. Diagnostika po stabilizácii

RTG (hrudná a brušná dutina, končatiny podľa potreby, röntgenologické projekcie zhotovujeme vždy minimálne dve na seba kolmé – LL + DV), ultrazvuk (TFAST/AFASST)

Krvný obraz, hematokrit, biochémia

Lokalizácia strelnéj rany – nenaznačuje vždy miesto poškodenia (môže migrovať!)

4. Antibakteriálna ochrana

Včasné podanie širokospektrálnych antibiotík (napr. amoxicilín-klavulanát, cefazolin) zabezpečí ochranu pri penetrujúcich poraneniach. Pri otvorenej fraktúre, perforácii čreva alebo rozsiahlej kontaminácii podávame antibiotiká intravenózne.

5. Dokumentácia a právne aspekty

V prípade poranení spôsobených strelnou zbraňou je vždy nevyhnutné systematicky a podrobne zaznamenať všetky klinické nálezy. Dokumentácia by mala okrem toho zahŕňať presný opis lokalizácie, rozsahu a charakteru rán, prítomnosť vstupných a prípadných výstupných otvorov, známky infekcie, nekrózy alebo hojenia, ako aj kompletnú fotodokumentáciu poranení, ktorá významne zvyšuje dôkaznú hodnotu záznamov v prípade, že bude začaté trestné stíhanie. Fotografická dokumentácia by mala byť vykonaná pred akýmkoľvek ošetro-

ním, ak to stav pacienta umožňuje, a mala by zahŕňať celkový pohľad aj detailné zábery s mierkou.

Majiteľa zvierat'a je potrebné citlivo, ale jasne informovať o možnosti podania trestného oznámenia, najmä v prípadoch, kde existuje podozrenie na úmyselné konanie alebo týranie zvierat'a. Veterinárny lekár by mal postupovať v súlade s platnou legislatívou a etickými zásadami, pričom jeho úlohou nie je vyšetrovanie, ale zabezpečenie objektívnych medicínskych dôkazov.

Z praxe platí, že projektily by sa nemali rutinne odstraňovať len z dôvodu ich prítomnosti v tele zvierat'a. Pokiaľ projektil nespôsobuje akútne ohrozenie života, nespôsobuje výraznú bolesť alebo funkčné poškodenie, ani nepredstavuje riziko infekcie, je vhodné jeho odstránenie odložiť alebo úplne vynechať.

Projektily môžu mať však významnú dôkaznú hodnotu (kaliber, deformácia, typ munície) a ich neodborné alebo predčasné odstránenie môže viesť k znehodnoteniu dôkazného materiálu.

Ak je odstránenie projektilu medicínsky indikované, je potrebné zabezpečiť jeho šetrné vybratie, správne označenie, zdokumentovanie a uchovanie, ideálne v spolupráci s príslušnými orgánmi.

Čo s projektilmi v tele zvierat'a?

Kedy projektily neodstraňujeme?

Ak sú hlboko uložené

Neohrozujú okolité štruktúry (napr. miechu, cievy, nervy)

Nevyvolávajú zápal, absces alebo migráciu

Sú röntgenologicky stabilné a pacient je klinicky stabilný

Chirurgické odstránenie by spôsobilo viac škody než úžitku.

Projektil je mnohokrát po určitom čase enkapsulovaný tkanivom a telo ho toleruje podobne ako iné cudzie telesá (napr. stehy, osteosyntetický materiál). Jeho odstránenie by preto mohlo vyvolať krvácanie, poškodenie nervov alebo infekciu.

Kedy projektily odstraňujeme?

Ak sú lokalizované voľne v kĺbovej dutine, miechovom kanáli alebo v blízkosti dôležitých štruktúr.

Ak vyvolávajú bolesť, zápal, absces, flegmónu.

Ak migrujú alebo hrozí ich uvoľnenie do krvného obehu (napr. do pľúc).

Sú toxické – napr. olovené broky v mäkkých tkanivách alebo v GIT → riziko intoxikácie.

Z forenzných dôvodov – súdne vyšetrovanie, podozrenie na týranie zvierat.

V prípadoch, kde existuje podozrenie na úmyselné postrelenie (zo strany človeka) je dôležité zachovať projektil ako dôkazový materiál, nemani-

pulovať s ním bez súhlasu polície (v prípade vyšetrovania), uchovať ho sterilne s popisom (čas, meno pacienta, lokalizácia, RTG dokumentácia).

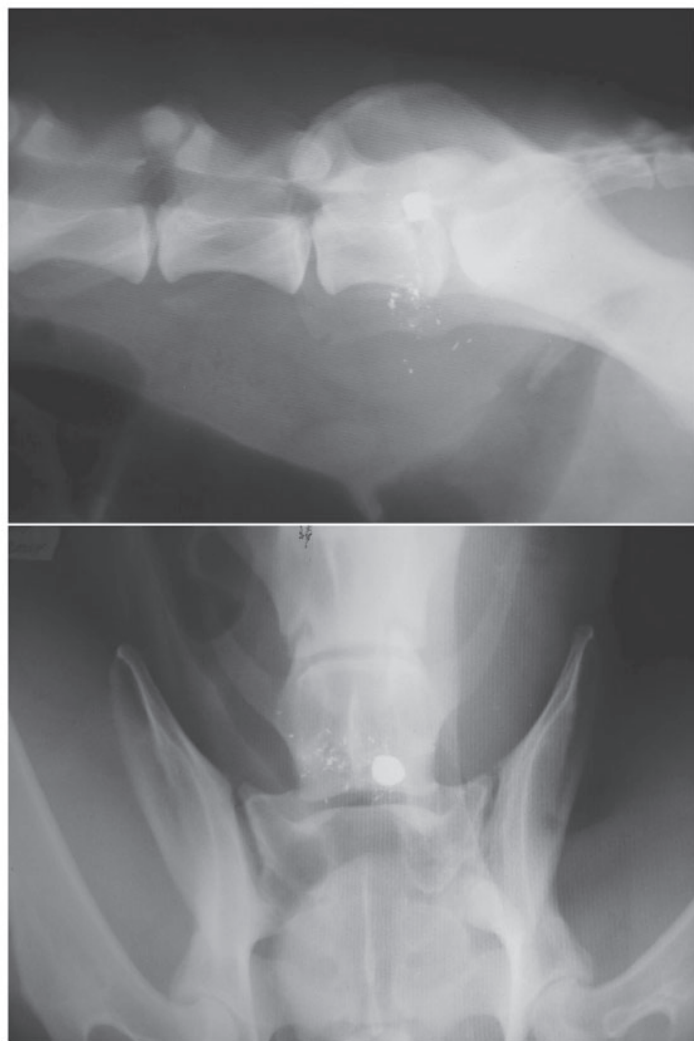
Záver

Projektily nie je nutné odstraňovať automaticky. Pri úvahe o ich odstránení vždy zvažujeme klinický stav, lokalizáciu a riziká samotného zákroku. Ak je pacient stabilný a projektil nespôsobuje dyskomfort alebo iné klinické problémy, je lepšie ho ponechať. Pri podozrení na trestný čin je dôležitá dôkladná dokumentácia a komunikácia s úradmi.

Otrava olovom zo strelných projektilov u zvierat – mýtus alebo realita?

Otrava olovom z projektilov je možná, ale dnes k nej dochádza už len veľmi zriedkavo. Intoxikácia olovom (plumbizmus) sa u zvierat môže vyskytnúť, ak projektil (napr. brok) je vyrobený z čistého olova alebo zliatiny s vysokým obsahom olova alebo ak je dlhodobo prítomný v tkanivách alebo v GIT a tým dochádza k jeho pozvoľnému rozpúšťaniu a vstrebávaniu do krvného obehu.

Olovo vo svalovine (napr. v stehne) sa vstrebáva



Obr.č.1 - Zdroj: Archív KMZ

va len minimálne alebo takmer vôbec, pokiaľ nie je v kontakte so synoviálnou tekutinou, zápalom alebo krvácaním. Fragmenty olovených projektilov v kĺbovej dutine alebo v synoviálnych membránach dokážu uvoľniť olova viac, hlavne ak ide o čisté mäkké olovené projektily.

Intoxikácia olovom je u zvierat sprevádzaná príznakmi ako chronická apatia, chudnutie, anémia, gastrointestinálne poruchy, neurologické príznaky. Na diagnostiku slúži stanovenie hladiny olova v krvi. Skutočná intoxikácia z projektilov u psov a mačiek je výnimočná, ale teoreticky možná. Ak je známe, že ide o starý typ olovených brokov a zvieratá ich má v tele veľa, prípadne sú lokalizované v kĺbe alebo GIT, zvažujeme ich odstránenie. Vždy ale berieme ohľad na riziká zákroku samotného.

Dnes sa s otravami v súvislosti so strelnými ranami takmer nestretávame. Staršie typy výrobkov používali mäkké olovené projektily. Ak sa takéto broky uložia v tkanive alebo kĺbe, môžu pomaly oxidovať a uvoľňovať olovo, najmä ak je tkanivo zapálené alebo ak je brok v kyslom prostredí. Bežný mechanizmus intoxikácie napríklad u divých vtákov je prehĺtnutím brokov. Vtáky prehltajú

kamienky a aj broky ako gastrolity a olovo sa rozpúšťa v kyslom prostredí žalúdka. Jedná sa o typickú príčinu intoxikácie olovom u vodného vtáctva. V experimentálnych prípadoch sa preukázalo, že ak má pes alebo mačka v tele viac ako 20-30 fragmentov z mäkkého olova, môže sa časom vyvinúť chronická intoxikácia. Reálne riziko otravy je však u psov a mačiek veľmi nízke. Väčšina moderných projektilov (aj loveckých) už neobsahuje čisté olovo. Častejšie sú zliatiny, oceľ, bizmut, meď, ktoré sú nerozpustné a netoxické.

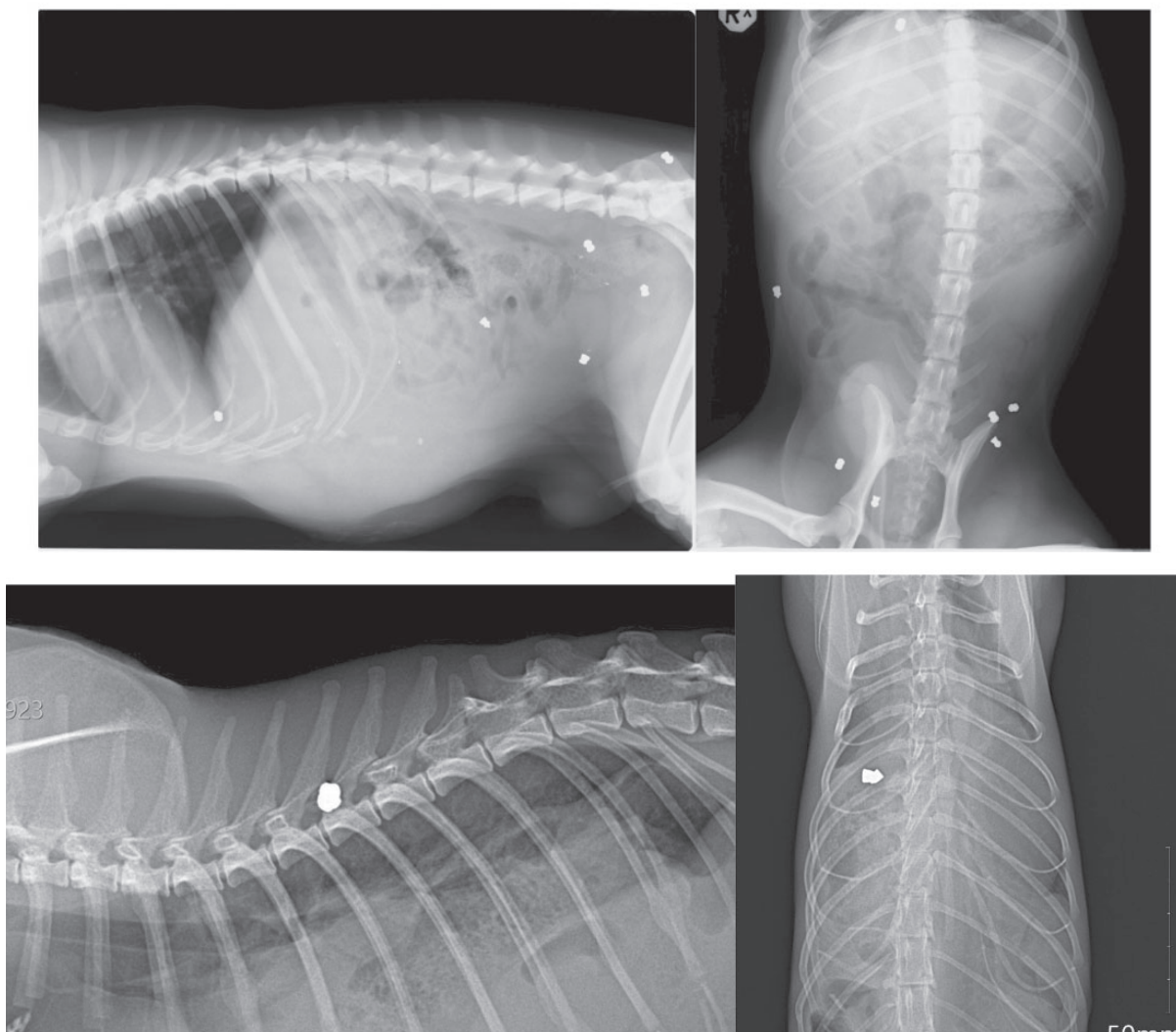
Obrazová príloha

Príklady röntgenogramov psov a mačiek so strelnými poraneniami. Všimnite si užitočnosť a dôležitosť dvoch na seba kolmých projekcií. Pri zhotovení len jednej projekcie dochádza často k mylným záverom ohľadne polohy projektilov v rámci tkanív.

Popis klinického prípadu

Nacionále: Pes, jazvečík, intaktný samec, 3 roky, 9 kg

Anamnéza: včera večer pes ušiel z dvora a vrátil



Obr.č.2 - Zdroj: Archív KMZ

sa dnes ráno, smutný, nahrbený, veterinárny lekár prvého kontaktu si všimol ranu na boku a vyslovil podozrenie na strelné poranenie, tak poslal majiteľa na vyššie pracovisko vzdialené 80 km na ošetrovanie. Pes bol do teraz zdravý, aktívny pes bez ochorení, je vakcinovaný a odčervенý.

Klinické vyšetrenie

Pacient v dobrej telesnej kondícii (BCS 5), apatický, chôdza strnulá, postoj kyfotický, hydratačný stav dobrý, bez neurologických deficitov na hlave a končatinách, sliznice svetlo-ružové, CRT 3 sek., normotermia, normopnoe, periférny pulz pravidelný, srdcový úder silný 120 / min., bolesť prítomná pri palpácii brušnej dutiny, viditeľná malá penetrujúca rana v oblasti slabiny, slabo krvácajúca, bez podkožného emfyzému, srst' v okolí rany polepená už zasušenou krvou a druhá, charakteristikou veľmi podobná, trochu väčšia rana za posledným rebrom kontralaterálne.

Diagnostika a terapia

Pacientovi sme indikovali kyslíkovú terapiu metódou flow-by, intravenóznym katéterom, odber venózne krvi a infúziu NaCl rýchlosťou 10ml/kg/h. Podaná bola tiež opioidná analgézia a širokospektrálne antibiotiká.

Po krátkej úvodnej stabilizácii boli indikované zobrazovacie metódy RTG a USG. Röntgenologické vyšetrenie odhalilo prítomnosť efúzie v brušnej dutine (slabý serózny detail), USG vyšetrenie nález voľnej tekutiny potvrdilo. Najväčšie množstvo tekutiny sme vizualizovali v okolí pečenných lalokov. Pod kontrolou USG sme následne vykonali abdominocentézu na stanovenie povahy prítomnej tekutiny. Vyslovili sme diagnózu hemoabdomen.

S majiteľom bola konzultovaná terapeutická stratégia vrátane možných komplikácií a prognózy. Pacient bol so súhlasom majiteľa uvedený do celkovej anestézie, intubovaný, napojený na monitor vitálnych funkcií a vykonali sme exploratórnu laparotómiu v linea alba.

Počas mediánnej exploratórnej laparotómie bola brušná dutina masívne vyplnená krvou (hemoperitoneum). Pomocou chirurgickej odsávačky a sterilných gázových tampónov sme postupne evakovali krvný obsah s cieľom zabezpečiť prehľadnosť operačného poľa. Ako prvé boli vizualizované oblasti žalúdka a pečene, ktoré boli pokryté vrstvou koagulovanej krvi. Na povrchu pečene sa nachádzalo niekoľko koagulov (cruor), pričom aktívne krvácanie bolo identifikované v oblasti žľzníka a priľahlého pečenného parenchýmu, pravdepodobne v dôsledku traumatického poškodenia hepatobiliárnych štruktúr. Krvácanie bolo lokalizované a ošetrené kombináciou mechanickej kompresie, aplikácie hemostatického materiálu a bipolárnej elektrokoagulácie, čo viedlo k jeho úspešnému zastaveniu. V prípade difúzneho presakovania krvi z parenchýmu pečene bola použitá lokálna hemostatická spongia na podporu hemostázy.

Po stabilizácii krvácania sme pristúpili k systematickej revízii ostatných orgánov brušnej dutiny. V kaudálnej časti dutiny brušnej bol v okolí močového mechúra prítomný ďalší kruor, bez zjavného poranenia samotného močového

mechúra alebo ureterov. Táto oblasť bola dôkladne prepláchnutá teplým sterilným fyziologickým roztokom a opakovane skontrolovaná na prítomnosť aktívneho krvácania.

Následne počas eviscerácie črevných slučiek sme zaznamenali výrazný zápach, ktorý bol vysoko suspektný z perforácie gastrointestinálneho traktu. Následná dôkladná prehliadka čriev potvrdila kontamináciu brušnej dutiny obsahom GIT, čo svedčilo pre perforačné poranenie s rozvojom začínajúcej peritonitídy. Črevné slučky boli izolované, kontaminované oblasti očistené a dutina brušná opakovane lavážovaná.

Pri následnej detailnej revízii črevných slučiek sme zistili, že tenké črevo bolo perforované na ôsmich rôznych miestach, lokalizovaných v rôznych úsekoch tenkého čreva. Okolité črevné steny vykazovali výrazné známky traumatického poškodenia, vrátane pomliaždenia, edému a zmenenej farby tkaniva, pričom na viacerých miestach bola črevná stena hodnotená ako slabo vitálna až avitálna.

Výsledok

Rozsah poškodenia črevnej steny bol multifokálny a segmentovo rozsiahly, čo by si vyžadovalo extenzívnu resekciu veľkej časti tenkého čreva. Vzhľadom na rozsah poranení, nepriaznivú prognózu, vysoké riziko pooperačných komplikácií (vrátane septickej peritonitídy a syndrómu krátkeho čreva) a nemožnosť zachovania adekvátnej funkčnej dĺžky čreva, nebolo chirurgické riešenie považované za reálne ani eticky odôvodniteľné. Na základe týchto skutočností a po dôkladnej konzultácii s majiteľom, ktorý bol plne informovaný o prognóze a terapeutických možnostiach, bolo na jeho žiadosť pristúpené k humánnej eutanázii pacienta v súlade s platnými veterinárnymi a etickými štandardmi.

Diskusia

Poranenia spôsobené strelnými zbraňami predstavujú vážnu medicínsku aj etickú výzvu vo veterinárnej praxi. Okrem samotného manažmentu pacienta je mimoriadne dôležitý aj správny postup veterinárneho lekára z hľadiska komunikácie a dokumentácie.

Manažment pacientov s poraneniami spôsobenými strelnými zbraňami si často vyžaduje špecializované vybavenie, skúsenosti a interdisciplinárnu spoluprácu, ktoré nemusia byť dostupné na pracovisku prvého kontaktu. V takýchto prípadoch je preto kľúčové, aby veterinárny lekár po základnej stabilizácii pacienta zvažil včasné referovanie na vyššie špecializované pracovisko, ak nemá k dispozícii potrebné diagnostické alebo chirurgické možnosti.

Veterinárny lekár by sa nemal obávať telefonicko-kej konzultácie alebo aktívneho kontaktovania referenčného pracoviska. Práve včasná komunikácia umožňuje, aby sa prijímajúci tím mohol pripraviť na príchod pacienta, zabezpečiť potrebný personál, vybavenie a materiál, čo môže zásadne ovplyvniť ďalší priebeh liečby aj prognózu.

Odkladanie referovania alebo snaha o riešenie komplikovaného prípadu bez adekvátneho zázemia môže viesť k zbytočnému zhoršeniu stavu pacienta a k strate času, ktorý je pri traumatických poraneniach rozhodujúci. Aktívne volanie, konzultácia a včasné referovanie by preto mali byť vnímané nie ako zlyhanie, ale ako prejav profesionálnej zodpovednosti a správneho klinického rozhodovania.

Dobrým príkladom je aj prípad sučky plemena slovenský kopov (8 rokov, 20 kg), ktorý ilustruje rozmanitosť povahy a klinických dôsledkov strelných poranení v praxi malých zvierat a výrazný kontrast oproti predchádzajúcemu prípadu. Na rozdiel od prvého prípadu bol tento pacient prijatý v krátkom časovom intervale po poranení, s minimálnym krvácaním a bez zásahu vitálne dôležitých orgánov.

Sučka bola prijatá na ošetrovanie veľmi krátko po poranení (približne 30 minút) s anamnézou postrelenia. Pri klinickom vyšetrení bola bdelá, čulá, bez známok krivania, s fyziologickými vitálnymi parametrami. Palpačne bola prítomná mierna bolesť brušnej dutiny a malá rana laterálne od vulvy, ktorá bola opuchnutá. Druhá rana bola prítomná v úrovni stavca L2 približne 2 cm laterálne od proc. spinosus. Ostatné klinické nálezy boli v norme.

Röntgenologické vyšetrenie nepreukázalo prítomnosť zjavnej patológie ani voľne lokalizovaného projektilu. Ultrasonografické vyšetrenie odhalilo len malé množstvo voľnej tekutiny v brušnej dutine, bez známok aktívneho krvácania alebo poškodenia vitálne dôležitých orgánov.

Po informovaní majiteľa o terapeutických možnostiach a prognóze sme po úvodnej stabilizácii pacienta (analgézia, oxygenácia, infúzna a antibiotická terapia) pristúpili k exploratívnej laparotómii v linea alba. V brušnej dutine boli prítomné malé množstvá kruoru lokalizované v okolí močového mechúra, bez známok jeho

poranenia, močovody boli rovnako intaktné. Na hrubom čreve boli prítomné dve rany, ktoré neboli penetrujúce do lumeny a zasahovali len do suberózy resp. do svalovej vrstvy.

Pri dôkladnej revízii brušnej dutiny boli navyše identifikované dva priestrelové kanály v oblasti rohu maternice, ktoré boli slabo krvácajúce a javili známky kontúzie. Keďže nedošlo k zásahu vitálne dôležitých orgánov a poškodenie bolo obmedzené na reprodukčný trakt, bolo pristúpené k ovariohysterektómii (OVH) ako definitívnemu

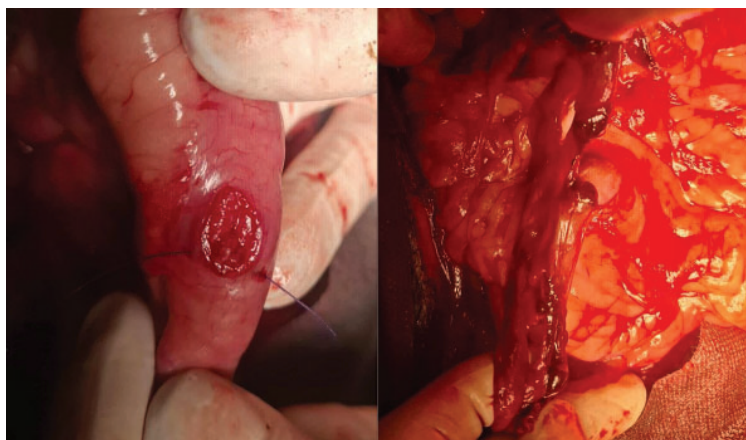


Obr.č.3 - Detail čriev zobrazuje prítomnosť niektorých väčších a menších defektov spôsobených strelným poranením brušnej dutiny. Zdroj: Archív KMZ

terapeutickému riešeniu. Tento postup viedol k úspešnému zvládnutiu poranenia s priaznivou prognózou.

Záver

Poranenia spôsobené strelnými projektilmi u psov a mačiek vykazujú značnú variabilitu, pričom typ, trajektória a konečná lokalizácia projektilu sú často viac-menej náhodné. V klinickej praxi sa preto stretávame s rôznymi typmi projektilov a rozličným rozsahom tkanivového poškodenia, od povrchových poranení až po závažné penetrujúce traumy. V niektorých prípadoch však, nanešťastie, dochádza k zásahu vitálne dôležitých orgánov, čo výrazne zhoršuje prognózu a môže viesť k fatálnym následkom napriek okamžitému stabilizačnému a chirurgickému zásahu.



Obr.č.4 - Detail nepenetrujúceho poranenia steny hrubého čreva bez jeho perforácie, fotografia pred sutúrou črevnej steny vľavo. Vpravo detail jedného z poranení rohu maternice pred jej chirurgickým odstránením. Zdroj: Archív KMZ

Traumatické poranenie mozgu spoločenských zvierat

Traumatic brain injury in companion animals

MVDr. Patrik Zelezník,
Doc. MVDr. Mária Kuricová, PhD.

Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach
Klinika malých zvierat
Komenského 73, 041 81 Košice

Súhrn

K traumatického poraneniu mozgu dochádza v početných prípadoch vážnych traumatických udalostí. Ak primárne poškodenie spôsobuje narušenie integrity mozgového tkaniva dochádza ku katastrofálnym následkom napr. pri penetrujúcich poraneniach. Tupou traumou však môže dochádzať k poraneniám vyvolávajúce vážne sekundárnemu poškodeniu mozgového tkaniva. Starostlivosť sa v týchto prípadoch zakladá na podpornej terapii a liečbe iných súčasných zranení. Včasnou a vhodnou terapiou dochádza u väčšiny prípadov ku kompletnému vyliečeniu.

Kľúčové slová: trauma mozgu, cerebrálna perfúzia, edém mozgu, intrakraniálny tlak, záchvaty, manitol

Summary

Traumatic brain injury occurs in numerous cases of serious traumatic events. If the primary damage causes disruption of the integrity of brain tissue, catastrophic consequences occur, e.g., in penetrating injuries. Blunt trauma can cause injuries that result in serious secondary damage to brain tissue. In these cases, care is based on supportive therapy and treatment of other concurrent injuries. With timely and appropriate therapy, most cases result in complete recovery.

Keywords: brain injury, cerebral perfusion, cerebral edema, intracranial pressure, seizures, mannitol

Úvod

Traumatické poranenie mozgu sa môže vyskytnúť v mnohých rôznych prípadoch. Uvádza sa, že až 20% pacientov, ktorí sa dostanú na pohotovostnú veterinárnu kliniku z dôvodu vážnej traumatickej udalosti, ako napríklad zrazenie dopravným prostriedkom alebo pády z výšok, trpí traumou mozgu

(Pigott a Rudloff, 2021). Často sa stáva, že títo pacienti boli obeťou dopravnej nehody a súčasne majú iné poranenia, ktoré môžu ovplyvniť výsledok liečby traumy mozgu. Pri liečbe týchto prípadov je nevyhnutné posudzovať klinický stav komplexne a myslieť na to, ako každý súbežný patologický proces (napr. hypovolémia, hypoventilácia) a jeho liečba ovplyvní faktory, ktoré ovplyvňujú výsledky liečby traumy mozgu.

Tab.č.1 - Modifikovaná Glasgowská škála porúch vedomia

Modifikovaná Glasgowská škála porúch vedomia:	Skóre
Motorická aktivita	
Normálna chôdza, normálne spinálne reflexy	6
Hemiparéza, tetraparéza alebo decerebrálna aktivita	5
Ležiaca poloha, intermitentná extenzorová rigidita	4
Ležiaca poloha, konštantná extenzorová rigidita	3
Ležiaca poloha, konštantná extenzorová rigidita s opisthotonusom	2
Ležiaca poloha, hypotónia svalov, oslabené alebo chýbajúce spinálne reflexy	1
Reflexy mozgového kmeňa	
Normálne reakcie zreníc na svetlo a okulocefalické reflexy	6
Pomalé reakcie zreníc na svetlo a normálne až oslabené okulocefalické reflexy	5
Bilaterálna, nereagujúca mióza s normálnymi až oslabenými okulocefalickými reflexmi	4
Bodové zrenice s oslabenými až chýbajúcimi okulocefalickými reflexmi	3
Jednostranná, nereagujúca mydriáza s oslabenými až chýbajúcimi okulocefalickými reflexmi	2
Bilaterálna, nereagujúca mydriáza s oslabenými až chýbajúcimi okulocefalickými reflexmi	1
Úroveň vedomia	
Obdobia bdlosti a reakcie na okolie	6
Úpadok vedomia alebo dezorientácia, zachovaná schopnosť reagovať na podnety, reakcia môže byť neprimeraná	5
Polokomatózný stav, reakcia na vizuálne podnety	4
Polokomatózný stav, reakcia na sluchové podnety	3
Polokomatózný stav, reakcia len na opakované bolestivé podnety	2
Komatózný stav, bez reakcie na opakované bolestivé podnety	1

Zdroj: Vlastná tabuľka

Prognóza sa často predpovedá na základe meranej klinickej vážnosti porúch vedomia, hodnotených pomocou modifikovanej glasgowskej škály porúch vedomia (modified Glasgow Coma Scale – MGCS) (Platt, 2014), nazývanou aj SACS (small animal coma scale). Vyhodnocuje sa súčtom skóre každej kategórie, miera korelácie týchto hodnotení závažnosti s výsledkom terapie však nie je úplne jednoznačná (Evans a Fernandez, 2019). Napriek tomu vďaka nej dokážeme monitorovať priebeh klinických príznakov počas terapie. Pacienti s celkovým skóre 8 a nižším majú nižšiu mieru prežitia (Platt a kol., 2001).

Hoci sa poranenia môžu diferencovať na prevažne fokálne alebo difúzne, väčšina poranení je heterogénna s fokálnymi aj difúznymi zložkami (Greenfield a kol., 2008). Poranenia, ako napríklad kontúzia, subdurálny hematóm, epidurálny hematóm a intraparenchymové krvácanie, sa považujú za fokálne poranenia, zatiaľ čo difúzne poranenia zahŕňajú axonálne poškodenie, hypoxicko-ischemické poškodenie a mikrovaskulárne poruchy, ktoré postihujú široko rozložené anatomicke oblasti (Evans, Fernandez, 2019).

Etiopatogenéza

Primárne poškodenia po traume CNS sú priamym dôsledkom vonkajších mechanických síl spôsobujúcich deformáciu mozgového tkaniva a narušenie normálnej funkcie mozgu. Medzi typy mechanických síl, ktoré sa podieľajú na úraze mozgu, patria lineárne sily zrýchlenia a spomalenia, rotačné sily, sily vyvolané otrasom, tupým nárazom alebo prienikom projektilu. Tieto sily priamo poškodzujú neuróny, axóny, dendrity, gliu a cievy v ohniskovom, multifokálnom alebo difúznom usporiadaní a iniciujú dynamický rad komplexných bunkových, zápalových, mitochondriálnych, neurochemických a metabolických zmien. Po vzniku úrazu sa okamžité štrukturálne poškodenie spôsobené primárnymi traumatickými silami nedá obvykle napraviť. Sekundárne poškodenie spôsobené kaskádou sekundárnych udalostí po primárnom úraze je potenciálne reverzibilné. Sekundárne poškodenie mozgu vzniká ako komplikácia primárneho poškodenia mozgu a zahŕňa ischemické a hypoxické poškodenie, edém mozgu, zvýšený intrakraniálny tlak, hydrocefalus a infekciu (Delamarter, 2023). Zvýšením intrakraniálneho tlaku dochádza k edému mozgu. Akumuláciou tekutiny v mozgových kompartmentoch dochádza k edému mozgu a spôsobuje zvýšenie intrakraniálneho tlaku. K cytotoxickému edému môže dochádzať už 30 minút po traume, vrchol dosiahne po 24 až 72 hodinách a pretrváva ďalších 24 až 48 hodín (celkovo približne 5 dní).

Vyčerpanie zásob ATP je spôsobené napr. nedostatočným prívodom kyslíka, glukózy alebo excitotoxicitou, ktorú spôsobujú excitačné neurotransmitery v extracelulárnom prostredí. To spôsobuje porušenie funkcie iónových púmp, čím sa zvyšuje koncentrácia iónov v bunkách. Dochádza k prestupu tekutiny do buniek, najmä astrocytov, jednoduchou difúziou cez bunkovú membránu, spoločným transportom s iónmi alebo cez transmembránové vodné kanály – aquaporíny. Cytotoxický edém predstavuje reorganizáciu obsahu vody v mozgu medzi tekutinovými kompartmentmi, nespôsobuje priamo objemové zvýšenie v mozgovom tkanive. Prítok iónov, ktoré sa zvyčajne nachádzajú v intersticiálnom priestore a ich akumulácia v intracelulárnom priestore však vytvára nový sodíkový gradient cez hematoencefalickú bariéru z intravaskulárneho do intersticiálneho priestoru. Tak vzniká iónový edém, ktorý zvyšuje objem mozgového tkaniva. Vazogénny edém je dôsledkom narušenia hematoencefalickej bariéry, čo umožňuje vstup plazmy do mozgového tkaniva poškodením krvných kapilár primárnym poškodením, alebo približne týždeň po úraze postinflamačnými zmenami endotelu ciev obzvlášť v okolí kontúzií. Intersticiálny edém vzniká pri zvýšení tlaku v mozgových komorách, čo spôsobuje presun mozgovomiechového moku do intersticiálneho priestoru. Medzi ďalšie typy edému mozgu patrí osmotický edém spôsobený osmotickou nerovnováhou, edém spôsobený presunom mozgovomiechového moku a hemolytický edém spôsobený nahromadením zvyškov rozpadnutých krviniek v okolitom mozgovom tkanive (Cardona-Collazos a kol., 2025). Po traume mozgu dochádza k poškodeniu samoregulačných mechanizmov vazokonstrikcie a vazodilatácie ciev nachádzajúcich sa v mozgovom parenchýme a prietok krvi je závislý od systémového krvného tlaku (Ng a kol., 2004).

Trauma mozgu môže byť spojená s viacerými komplikáciami, vrátane koagulopatií, pneumónie, neurogénneho edému pľúc, sepsy, generalizovanej dysfunkcie hypotalamu a hypofýzy (vrátane prechodného alebo trvalého diabetes insipidus) a záchvatov (Foley a kol., 2009).

V priebehu niekoľkých hodín od iniciálnej traumy sa v mozgu hromadí bunková a vazogénna tekutina, ktorá spôsobuje edém mozgu, zvýšený intrakraniálny tlak a ischemiu mozgového tkaniva. Mozgová dysfunkcia a morbidita sa ďalej zvyšuje obmedzením prietoku krvi mozgovým tkanivom, znížením oxygenácie buniek pod prahovú úroveň alebo herniáciou mozgu.

Klinické príznaky a diagnostika

Medzi klinické príznaky traumy mozgu pat-

ria zmeny vedomia / reaktivity, zmeny veľkosti, symetrie, reakcie zreničiek alebo iných deficitov kraniálnych nervov a hypertenzie / bradykardie. Pridruženými klinickými príznakmi môžu byť aj záchvaty, zmeny postoja alebo schopnosti chôdze (Delamarter, 2023).

Neprimeraná bradykardia spojená s miernou generalizovanou hypertenziou býva známkou Cushingovho reflexu vyvolaného výrazným zvýšením intrakraniálneho tlaku. Prognózu je možné stanoviť vďaka nálezom a miere intraparenchymálnych zmien zobrazených pomocou MRI (Beltran a kol., 2014). Náklady, anestetické riziká a dostupnosť pokročilého zobrazovania sa však musia porovnať s prognostickou hodnotou tohto vyšetrenia. Ak je to možné, odporúča sa vykonať počítačovú tomografiu bez kontrastnej látky, aby sa zistili zlomeniny, poškodenie parenchýmu mozgu a krvácanie / hematómy, a tiež príznaky herniácie mozgu. Röntgenové snímky lebky nie sú presné na vylúčenie zlomenín a chýbajú na nich detaily mäkkých tkanív. Pokročilé zobrazovacie vyšetrenie môže byť indikované u pacienta, ktorý nereaguje na vhodnú medikamentóznú liečbu (Sande a West, 2010).

Prvotnú diagnózu zvyčajne stanovíme na základe anamnézy a klinického vyšetrenia. Vyšetrenie by sa malo zamerať na obehový a respiračný systém, po ktorom by malo nasledovať kompletné neurologické vyšetrenie a hodnotenie porúch vedomia podľa MGCS, ideálne pred podaním analgetík so sedatívnym efektom ako napr. opiáty.

Terapia

Dekompresívny chirurgický zákrok sa odporúča pri odstraňovaní epidurálnych alebo subdurálnych hematómov, kompresívnych fraktúrach lebky, odstraňovaní cudzích materiálov lokalizovaných v mozgovom parenchýme, aj na docielenie hemostázy a dekompresie pri progresívnom neurologickom zhoršení.

Vo všeobecnosti je liečba prevažne podporná a jej cieľom je zachovať cerebrálnu perfúziu, liečiť ostatné zranenia a znížiť zvýšený intrakraniálny tlak. Kľúčovými zložkami počiatocnej liečby sú udržanie priemerného arteriálneho tlaku ≥ 90 mm Hg (systolický ≥ 100 mm Hg) a saturácie kyslíkom ≥ 95 %.

Zatiaľ čo liečbu záchvatov u psov s traumou mozgu treba zahájiť okamžite a agresívne (diazepam 0,5 až 1 mg/kg intravenózne alebo midazolam 0,3 až 0,5 mg/kg intravenózne alebo intranazálne podávanie, s maximálnym opakovaním do 4 dávok za hodinu), potreba profylaxie záchvatov zostáva kontroverzná (Sande a West, 2010). Staršie údaje uvádzajú, že fenobarbital znižuje metabolické ná-

roky buniek a má protektívny účinok na mozgové tkanivo (Theodore a kol., 1986). V klinickom prostredí je používanější levetiracetam (úvodná dávka levetiracetamu je 60 mg/kg intravenózne, nasledovaná 30 mg/kg intravenózne každých 8 hodín) v prípadoch pretrvávajúcich záchvatov. Levetiracetam sa má podávať zriedený podľa príbalového letáka a pomaly počas 15 minút (Biddick a kol., 2018), nakoľko má v porovnaní s fenobarbitalom menej nežiaducich účinkov pri použití počas hospitalizácie najmenej 7 dní a nemá sedatívne účinky (Carney a kol., 2017).

Na zníženie intrakraniálneho tlaku spôsobeného edémom sa využívajú hyperosmolárne látky s osmolalitou vyššou než plazmatickej zložky (280 to 300 pOsm mOsm/kg). Fyzikálne vlastnosti manitolu a hypertonického fyziologického roztoku ako hyperosmolárnych látok, ich imunomodulačné účinky a schopnosť zmiernovať oxidačné poškodenie z nich robia najpoužívanejšie terapeutiká pri traume mozgu (Marko 2012; Evans a Fernandez, 2019). Dávkovanie manitolu je 0,5 – 1,5 g/kg a podáva sa v infúznom boluse počas 20 – 30 minút.

Podanie manitolu psom s hypovolemickým stavom spôsobeným napr. vážnou stratou krvi môže byť smrteľné, bez ohľadu na spôsob alebo rýchlosť infúzií (Parker, 1973). Smrť bola pravdepodobne spojená s veľkým a rýchlym zvýšením centrálného venózneho tlaku spôsobeného manitolom, a preto je nutné primárne stabilizovať akékoľvek hydratačné deficity infúznym roztokom kryštaloidov, v prípade šoku v bolusoch 10–20 ml/kg za 30 minút, ktoré sa v prípade potreby opakujú až do stabilizácie vitálnych funkcií (Rockwell, 2014). Pozornosť pri použití manitolu je nutné venovať u starších pacientov alebo pacientov s existujúcimi kardiovaskulárnymi alebo renálnymi ochoreniami s anúriou / oligúriou (Battison a kol., 2005).

Hypertonický fyziologický roztok sa často uprednostňuje, pretože expanduje objem krvi, zlepšuje cerebrálnu perfúziu a zabraňuje dehydratačným diuretickým účinkom manitolu (Kumar a kol., 2024). Hoci manitol je dlhodobo používaným liekom prvej voľby, Hypertonický fyziologický roztok je vhodnejší pre traumatických pacientov v šoku, zatiaľ čo manitol sa uprednostňuje u euvolemických pacientov (Hoehne a kol., 2021).

Pri použití periférneho venózneho katétra sa uprednostňuje nižšia koncentrácia hypertonického fyziologického roztoku (3% v dávke 5,3 ml/kg), keďže vyššia koncentrácia (7,5% v dávke 3 až 4ml/kg) zvyčajne spôsobuje závažnú vaskulitídu, a preto sa odporúča podanie cez centrálny venózny katéter. Roztok sa podáva vo forme infúzie podávanej 10–15 minút (Bratton a kol., 2007).

Hypoventilácia u pacientov s traumou mozgu a zmeneným stavom vedomia môže predstavovať významný problém, najmä ak vedie k rozvoju hyperkapnie. Zvýšenie CO_2 v krvi spôsobuje cerebrálnu vazodilatáciu a zvýšenie intrakraniálneho tlaku. Pacienti s traumatickým poranením mozgu, ktorí trpia náhlym neurologickým zhoršením a ne reagujú na podanie manitolu, by mali byť intubovaní a ventilovaní, pokiaľ nedosiahneme stabilnú PaCO_2 (ETCO_2) okolo 35 mm Hg.

Na zabránenie hypoglykémie mozgového tkaniva je vhodné podávať infúziu terapiu obsahujúcu zdroj energie. Keďže 5% roztok glukózy je hypotonický a po utilizovaní sacharidu môže zvyšná tekutina zhoršiť prítomný mozgový edém, najvhodnejším infúznym roztokom je Ringer laktát (LRS) (Sonntakke et al, 2023). Mliečnan sodný obsiahnutý v roztoku je efektívnym metabolizovateľným energetickým zdrojom a vďaka kompozitnému zloženiu je roztok bližšie podobný plazmatickej tekutine (Rowell, 2016). Výskumy z humánnej medicíny naznačujú lepší výsledok terapie pri použití roztoku LRS pre iniciálnu stabilizačnú dávku a ako udržiavací roztok počas hospitalizácie (Mannino a kol., 2018).

Súčasťou podpornej terapie by mala byť oxygénácia a termoregulácia. Vypodloženie hlavy v uhle 15° až 30° s vystretým krkom napomáha venóznemu odtoku avšak je dôležité dbať na to, aby sme takýmto vypodložením nekomprimovali veny juguláres (Ng a kol., 2004). Samozrejmosťou by mala byť adekvátne analgézia pomocou opiátov.

Kontraindikovanými sú v týchto prípadoch kortikosteroide, pretože pri traumatických poraneniach mozgu dochádza skôr k cytotoxickému edému v dôsledku poškodenia buniek než k vazogénnemu edému vyskytujúce sa u väčšiny náadorov (Donkin a Vink, 2010).

Záver

Psy a mačky majú pozoruhodnú schopnosť kompenzovať stratu mozgového tkaniva. Mnohé spoločenské zvieratá sa po traume mozgu zotavujú s úplným obnovením mozgových funkcií. Pri vyslovovaní prognózy u polytraumatických pacientov je nutné zohľadniť ostatné zranenie a ich negatívny vplyv na cerebrálnu perfúziu a liečbu traumy mozgu. Preto je dôležité nerobiť unáhlené prognostické závery na základe prvotného prezentovaného stavu (Sande, West, 2010).

Najčastejšou príčinou úhynu je narušená perfúzia mozgu. Ukazovatele hypoperfúzie, hyperglykémie alebo metabolickej dysfunkcie vrátane zvýšeného laktátu, zníženého pH krvi a zníženého obsahu bikarbonátu predstavujú u psov s trauma-

tickým poranením mozgu nepriaznivý prognostický faktor prežitia (dos Santos a kol., 2018). Psy vyžadujúce endotracheálnu intubáciu, administráciu hypertonického fyziologického roztoku alebo majú MGCS menej ako 8, majú nižšiu šancu prežitia (Platt a kol., 2008; Sharma a Holowaychuk, 2015).

Literatúra

1. Battison, C., Andrews P. J.D., Graham C., Petty T. Randomized, controlled trial on the effect of a 20% mannitol solution and a 7.5% saline/6% dextran solution on increased intracranial pressure after brain injury*. Critical Care Medicine. 2005, 33(1):196-202.
2. Biddick, A. A., Bacek L. M., Taylor A. R. A serious adverse event secondary to rapid intravenous levetiracetam injection in a dog. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care. 2018, 28(2):157-162.
3. Bratton S. L., Chestnut R. M., Ghajar J. et al. II. Hyperosmolar Therapy. Journal of Neurotrauma. 2007, 24(supplement 1):S-14-S-20.
4. Cardona-Collazos S., Gonzalez W. D., Pabon-Tsukamoto P., et al. Cerebral Edema in Traumatic Brain Injury. Biomedicine. 2025, 13(7):1728.
5. Carney, N., Annette M. Totten A. M., O'reilly C., et al. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury, Fourth Edition. Neurosurgery. 2017, 80(1):6-15.
6. Delamarter M. Head Trauma Management in Small Animals. Today's Veterinary Practice. Published February 10, 2023. Dostupné na internete: <https://todaysveterinarypractice.com/neurology/head-trauma-management-in-small-animals/>
7. Donkin JJ, Vink R. Mechanisms of cerebral edema in traumatic brain injury: therapeutic developments. Current Opinion in Neurology. 2010, 23(3):293-299.
8. Dos Santos L., Caldas G., Santos C., Junior D. Traumatic brain injury in dogs and cats: a systematic review. Veterinária Medicina. 2018, 63(No. 8):345-357.
9. Evans E. K., Fernandez A. L. Current trends in the management of canine traumatic brain injury: An Internet-based survey. The Canadian veterinary journal La revue vétérinaire canadienne. 2019, 60(1):73-79.
10. Foley C., Bracker K., Drellich S. Hypothalamic-pituitary axis deficiency following traumatic brain injury in a dog. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care. 2009, 19(3):269-274.
11. Hoehne S. N., Yozova I. D., Vidondo B., Adamik K. N. Comparison of the effects of 7.2% hypertonic saline and 20% mannitol on electrolyte and acid-base variables in dogs with suspected intracranial hypertension. Journal of Veterinary Internal Medicine. 2021, 35(1):341-351.
12. Kumar N., Bairwa M., Choudhury A., et al. Efficacy of Intravenous 20% Mannitol vs 3% Hypertonic Saline in Reducing Intracranial Pressure in Nontraumatic Brain Injury: A Systematic Review and Meta-analysis. Indian Journal of Critical Care Medicine. 2024, 28(7):686-695.
13. Mannino C., Glenn T. C., Hovda D. A., et al. Acute Glucose and Lactate Metabolism are Associated with Cognitive Recovery Following Traumatic Brain Injury. Journal of Neuroscience Research. 2018, 96(4):696-701.
14. Marko N. F. Hypertonic saline, not mannitol, should be considered gold-standard medical therapy for intracranial hypertension. Critical Care. 2012, 16(1).
15. Ng I., Lim J., Wong H. B. Effects of Head Posture on Cerebral Hemodynamics: Its Influences on Intracranial Pressure, Cerebral Perfusion Pressure, and Cerebral Oxygenation. Neurosurgery. 2004, 54(3):593-598.
16. Parker A.J. Blood Pressure Changes and Lethality of Mannitol Infusions in Dogs. American Journal of Veterinary Research. 1973, 34(12):1523-1528.
17. Pigott A., Rudloff E. Traumatic Brain Injury—A Review of Intravenous Fluid Therapy. Frontiers in Veterinary Science. 2021, 8.
18. Platt S. R. Altered States of Consciousness in Small Animals. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice. 2014, 44(6):1039-1058.
19. Platt S. R., Radaelli S. T., McDonnell J. J. The Prognostic Value of the Modified Glasgow Coma Scale in Head Trauma in Dogs. Journal of Veterinary Internal Medicine. 2001, 15(6):581-584.
20. Rockwell K. Therapeutic Review: Mannitol. Journal of Exotic Pet Medicine. 2014, 24(1):120-122.
21. Rowell S. E., Fair K. A., Barbosa R. R., et al. The Impact of Pre-Hospital Administration of Lactated Ringer's Solution versus Normal Saline in Patients with Traumatic Brain Injury. Journal of Neurotrauma. 2016, 33(11):1054-1059.
22. Sande A., West C. Traumatic brain injury: a review of pathophysiology and management. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care. 2010, 20(2):177-190.
23. Sharma D., Holowaychuk M. K. Retrospective evaluation of prognostic indicators in dogs with head trauma: 72 cases (January-March 2011). Journal of Veterinary Emergency and Critical Care. 2015, 25(5):631-639.
24. Sontakke M. G., Sontakke N.G., Parihar AS. Fluid Resuscitation in Patients with Traumatic Brain Injury: a Comprehensive Review. Cureus. 2023, 15(8).

Mikroftalmia u psov

Microphthalmia in dogs

MVDr. Pavol Zubrický, PhD.¹

Prof. MVDr. Alexandra Trbolová, PhD.²

MVDr. Agnieszka Balicka, PhD.²

¹ Veterinárna poliklinika Althea, Dolnočermánska 23, 949 01 Nitra

² Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach

Univerzitná veterinárna nemocnica, Klinika malých zvierat

Komenského 73, 041 81 Košice

Súhrn

Mikroftalmia je vrodená vývinová anomália oka charakterizovaná abnormálne zmenšeným očným bulbom, často asociovaná s ďalšími očnými a v niektorých prípadoch aj systémovými abnormálitami. Ochorenie vykazuje výraznú fenotypovú variabilitu, ktorá zahŕňa izolované formy, kombinácie s ďalšími očnými defektmi a syndromické prejavy ako súčasť multiorgánových porúch. Etiológia mikroftalmie je heterogénna a zahŕňa genetické faktory, poruchy embryonálneho vývoja, nutričné deficity a environmentálne vplyvy.

U psov bola mikroftalmia identifikovaná u viacerých plemien, pričom v niektorých prípadoch boli preukázané konkrétne genetické varianty, vrátane mutácií v génoch RAB3GAP1 a DNAJC21, alebo asociácie s pigmentovými fenotypmi, ako je merle sfarbenie. Klinické prejavy sa pohybujú od mierneho zníženia zrakovej funkcie až po úplnú slepotu a často sú sprevádzané neurologickými, hematologickými alebo vývojovými abnormálitami.

V tomto článku prinášame prehľad súčasných poznatkov o mikroftalmii u psov so zameraním na plemenné predispozície, syndromické formy ochorenia. Cieľom je zdôrazniť význam včasnej diagnostiky a genetického skríningu ako nástrojov na zlepšenie klinického manažmentu pacientov a na prevenciu šírenia dedičných foriem mikroftalmie v chovateľskej praxi čistokrvných psov.

Kľúčové slová: mikroftalmia, vrodené očné anomálie, vývinové poruchy oka, pes

Summary

Microphthalmia is a congenital developmental anomaly of the eye characterized by an abnormally small ocular globe, often associated with other ocular and, in some cases, systemic abnormalities. The condition exhibits significant phenotypic variability, including isolated forms, combinations with

other ocular defects, and syndromic manifestations as part of multi-organ disorders. The etiology of microphthalmia is heterogeneous, involving genetic factors, disruptions of embryonic development, nutritional deficiencies, and environmental influences.

In dogs, microphthalmia has been identified in multiple breeds. In certain cases, specific genetic variants have been identified, including mutations in the RAB3GAP1 and DNAJC21 genes, as well as associations with pigment phenotypes such as merle coloring. Clinical manifestations range from mild reductions in visual function to complete blindness and are often accompanied by neurological, hematological, or developmental abnormalities.

This article provides an overview of current knowledge regarding microphthalmia in dogs, with a focus on breed predispositions and syndromic forms of the disease. The aim is to emphasize the importance of early diagnosis and genetic screening as tools to improve clinical management and to prevent the spread of hereditary forms of microphthalmia in purebred dog breeding practices.

Key words: microphthalmia, congenital ocular anomalies, hereditary eye diseases, dog

Úvod

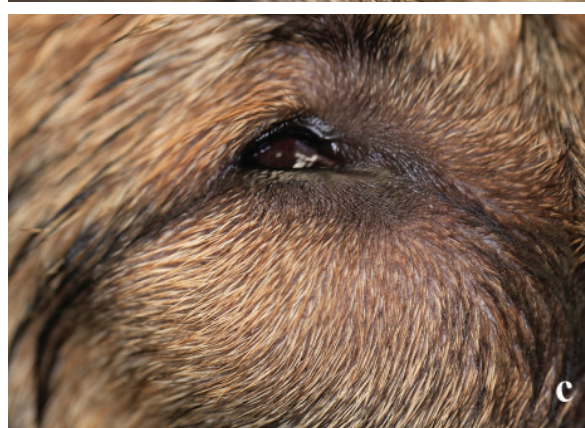
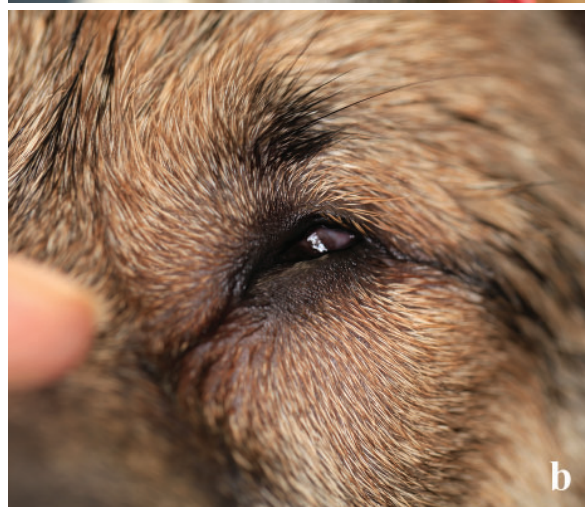
Mikroftalmia je vrodená/vývinová anomália, pri ktorej je očná guľa abnormálne malá. Často je spojená s inými očnými malformáciami vrátane porúch rohovky, prednej očnej komory, šošovky a/alebo sietnice. Patrí medzi známe a predpokladané dedičné očné ochorenia (ECVO, 2026). Mikroftalmia môže postihovať 1 oko, ale častejšie býva bilaterálna. Abnormálne malý očný bulbus sa zvyčajne pozoruje v kombinácii s menšou očnou štrbinou a očnicou. Stupeň mikroftalmie sa značne líši, a to od mierneho zmenšenia očnej gule so zachovaním funkcie oka až po vzácne prípady anoftalmu (Esson a Calvarese, 2022). Vo väčšine prípadov možno his-

tologicky identifikovať zvyšky očného tkaniva. Pri pravej mikroftalmii očný bulbus obsahuje dôkazy o prítomnosti povrchového ektodermu (šošovky), migrácii neurálnej lišty a neuroektodermálnej diferenciácii (Grahns & Peiffer, 2007; Pot et al., 2021). Mikroftalmus sa môže vyskytnúť v očiach, ktoré sú inak (funkčne) normálne, ak všetky vnútorné štruktúry oka zostávajú proporcionálne veľké (Maggs et al., 2007). Malý, ale inak normálny očný bulbus sa nazýva nanoftalmia (Pot et al., 2021).

V závislosti od kombinácie pridružených abnormalít môže byť pri mikroftalmii zrak normálny, oslabený alebo môže úplne chýbať (Glaze, 2011). Fenotypová variabilita mikroftalmie sa dá rozdeliť do troch hlavných skupín: (1) izolovaná mikroftalmia, (2) mikroftalmia v kombinácii s ďalšími očnými defektmi (katarakta, mikrofakia, dysplázia alebo záhyby sietnice, glaukóm, očné dermoidy a ďalšie) a (3) celé multiorgánové ochorenie, vrátane okulárnych prejavov zodpovedajúcich syndrómovej mikroftalmii (Saraiva a Delgado 2020).

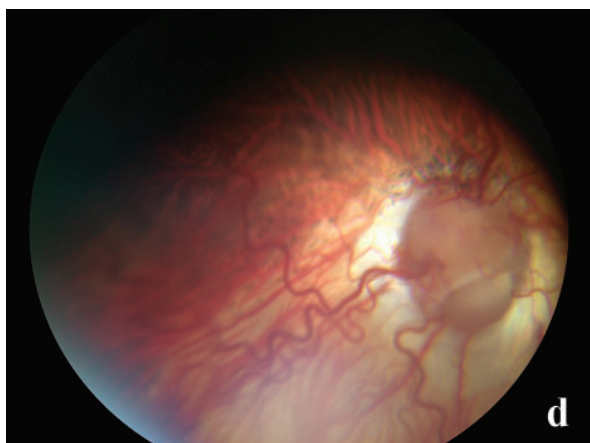
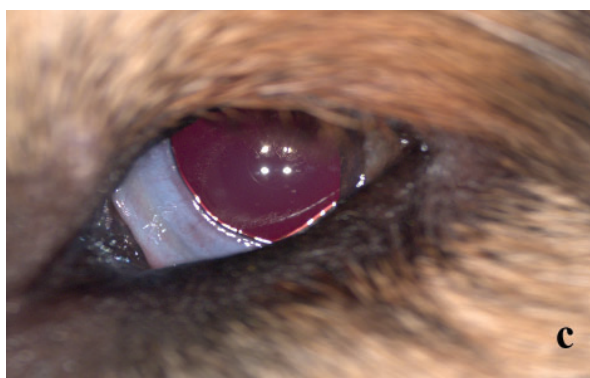
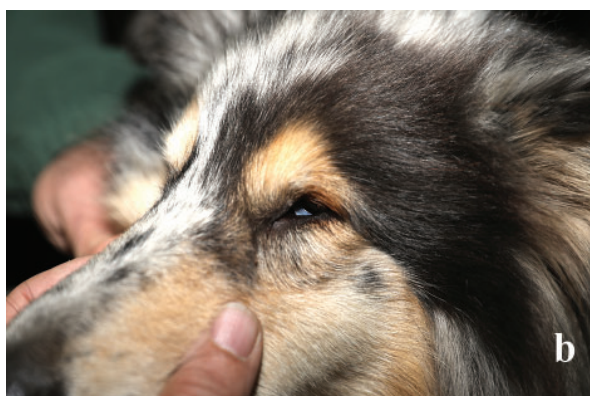
Embryogenéza psieho oka je proces náchylný na vznik vývojových chýb. Existujú 3 embryonálne tkanivá, ktoré prispievajú k normálnemu vývoju oka: neuroektoderm predného mozgu, povrchový ektoderm hlavy a mezenchymálne tkanivo neurálnej lišty (Hyttel et al., 2010). Normálny vývoj oka závisí od interakcie a kontinuálneho vývoja týchto štruktúr. Začína približne v 3. týždni gravidity formovaním optických väčkov z prednej časti mozgu po uzavretí neurálnej trubice. Optické väčky indukujú proliferáciu povrchového ektodermu a vznik šošovkových plakódov, pričom následná invaginácia vedie k vytvoreniu optického pohára. Z jeho vnútornej vrstvy sa vyvíja neurálna sietnica a z vonkajšej pigmentový epitel sietnice. Dúhovka a ciliárne telo vznikajú z okrajov optického pohára, zatiaľ čo rohovka je tvorená povrchovým ektodermom a mezenchymálnym stromom. Predná a zadná očná komora sa formujú diferenciáciou mezenchymu. Mihalnice vznikajú ako ektodermálne záhyby, ktoré sa dočasne spájajú a fyziologicky sa u psov otvárajú približne 14 dní po narodení (Dell, 2010).

Väčšina prípadov mikroftalmie sa vyvinie, keď je rast zrkovitého pohára výrazne inhibovaný. Tento stav môže byť spontánny alebo idiopatický, alebo môže byť spojený s genetickými poruchami, infekciami maternice alebo toxicitou liekov (Hyttel et al., 2010; Dell, 2010). U psov sa mikroftalmia môže vyvinúť aj dôsledkom nedostatku vitamínu A (Hyttel et al., 2010). Aj keď mikroftalmia môže postihnúť psa akéhokoľvek plemena, či krížencov, u niektorých plemien sa predpokladá dedičná predispozícia, aj keď vo väčšine prípadov bez objasnenia typu dedičnosti. U miniatúrneho bradá-



Obr.č.1 (a, b,c): Nemecký ovčiak s bilaterálnou mikroftalmiou sprevádzanou ťažkou dysgenézou predného očného segmentu a úplnou slepotou. Zdroj: MVDr. Pavol Zubrický, PhD.

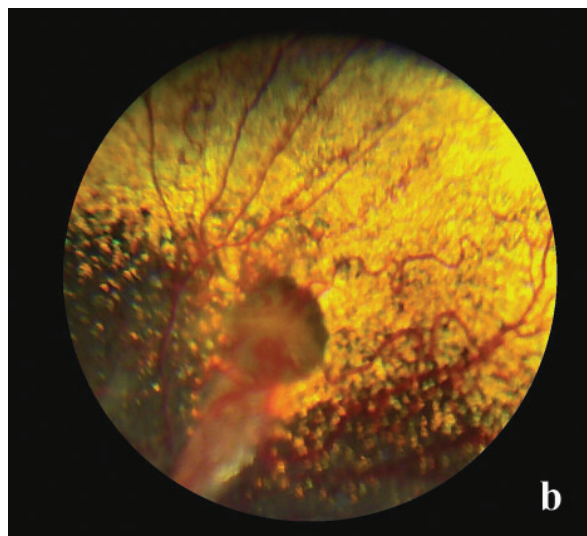
ča, staroanglického ovčiaka, akity a kavalier king Charles španiela je mikroftalmia spojená s dedičnými vrodenými kataraktami, u bedlingtonských a sealyhamských teriárov, biglov a labradorských retrieverov s dyspláziou sietnice. U dobermana je mikroftalmia spojená s dysgenézou predného segmentu oka a dyspláziou sietnice, popisovaná je autozomálne recesívna dedičnosť (Glaze, 2011).



Obr.č.2.: Dlhosrstá kólia blue merle sfarbenia s obojstrannou mikroftalmiou spojenou s očnou anomáliou kólii II. stupňa (kolobom). Zdroj: MVDr.Pavol Zubrický, PhD.

U austrálskeho ovčiaka sa už dlho predpokladá, že mikroftalmia súvisí s merle sfarbením srsti, ale definitívny genetický vzťah nebol stanovený. Oči postihnutých homozygotných merle (zvyčajne bielych) psov majú extrémne formy tohto ochorenia a sú zvyčajne pri narodení slepé. Postihnuté heterozygotné merle psy vykazujú menej závažné prejavy (ACVO Genetic Committee, 2024). U merle psov s očnou dysgenézou sú pozorované aj pretrvávajúce pupilárne membrány, katarakty, ekvatoriálne stafylomy, hypoplázie cievovky, dysplázie a odlúčenia sietnice a hypoplázie zrakového nervu. Zrak je často zhoršený. Takto postihnuté plemená zahŕňajú nemeckú dogu, kóliu, shetlandského ovčiaka, jazvečíka a leopardieho psa catahoulu (Glaze, 2011). Mikroftalmus u psov sa často vyskytuje aj ako súčasť inej anomálie kólie (Mags et al., 2007).

U nemeckých dóg sú viaceré očné defekty vrátane mikroftalmie spojené s čiastočným albinizmom (biela alebo svetlá farba srsti) a hluchotou. Predpokladá sa, že tieto abnormality pramenia z bežnej vývojovej chyby. Medzi takéto očné defekty patrí mikroftalmia, dysgenézia predného segmentu, ekvatoriálne stafylomy, kortikálne katarakty, luxácia šošovky, sferofakia, kolobóm dúhovky a mod-



Obr.č.3.: Kríženec dlhosrstej kólie s obojstrannou mikroftalmiou spojenou s perzistentným hyperplastickým primárnym sklovcom (PHPV). Zdroj: MVDr.Pavol Zubrický, PhD.



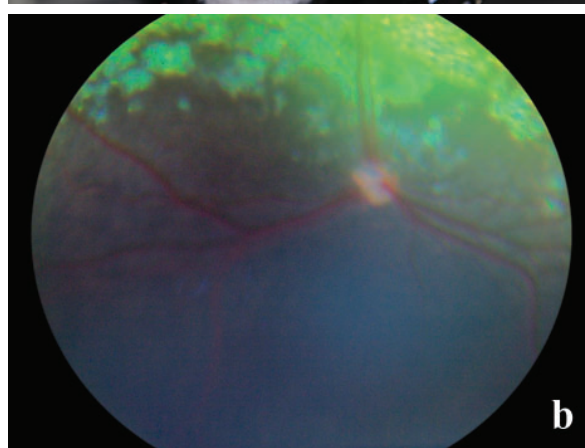
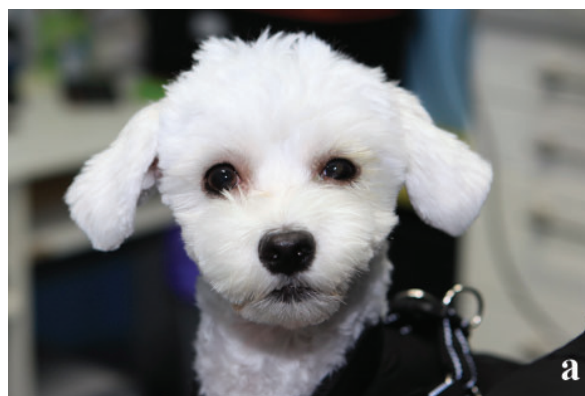
Obr.č.4.: Oko cavalier king Charles španiela s obojstrannou mikroftalmiou sprevádzanou PPM vo forme dúhovka- šošovka. Zdroj: MVDr.Pavol Zubrický, PhD.

ré dúhovky. Existuje podozrenie na autozomálne dominantný spôsob dedičnosti (ACVO Genetic Committee, 2024).

U portugalských vodných psov bol identifikovaný genetický variant v géne DNAJC21, ktorý spôsobuje mikroftalmiu s hematopoetickými poruchami. Postihnuté psy vykazujú bilaterálnu alebo unilaterálnu mikroftalmiu s očami menšími ako 50% normálnej veľkosti. Okrem toho možno u niektorých psov pozorovať aj ďalšie očné defekty, ako je katarakta, dystrofia rohovky, mikrofakia/afakia, glaukóm, lézie sietnice a pretrvávajúce pupilárne membrány. Medzi neokulárne nálezy patria abnormality zubnej skloviny, spomalenie rastu a trombocytopénia s anémiou. Bolo hlásené, že počet erytrocytov a hematokrit sa môže s vekom zlepšiť, zatiaľ čo počet krvných doštičiek zostáva nízky. Dedičnosť je autozomálne recesívna (Laboklin, 2026). Podľa Shaw et al. (2018) mikroftalmia u tohto plemena pravdepodobne vzniká pred ukončením gravidity po uzavretí očnej (optickej) štrbiny. Pravdepodobne ovplyvňuje vývoj šošovky a následnú tvorbu prednej uvey a prednej aj zadnej očnej komory.

Etiológia mikroftalmie u írskeho mätko srstého pšeničného teriéra súvisí s prenatálnym deficitom vitamínu A, spôsobeným poruchou jeho transportu z hepatálnych zásob matky cez placentu. Rozvoj klinických príznakov u potomstva je podmienený materským genotypom; symptómy sa manifestujú len u šteniat homozygotne postihnutých matiek. Tento mechanizmus naznačuje kombináciu autozomálne recesívnej dedičnosti s vplyvom materského efektu na fenotypovú expresiu u šteniat (Laboklin, 2026).

U bígla sú popísané tri formy mikroftalmie: (1) forma asociovaná s včasným rozvojom katarakty, kde závažnosť koreluje so stupňom mikroftalmie a prítomnosťou retinálnych záhybov, pravdepodobne s genetickým pozadím, potenciálne viazaným na



Obr.č.5.: Unilaterálna mikroftalmia ľavého oka u maltezského psika sprevádzaná entropiom a hypopláziou hlavy zrkovitého nervu na postihnutom oku (B). Zdroj: MVDr.Pavol Zubrický, PhD.

chromozóm X; (2) forma spojená s mikrofakiou a perzistujúcou pupilárnou membránou, s predpokladanou autozomálne dominantnou dedičnosťou, pričom homozygoti vykazujú závažnejší fenotyp; (3) jednostranná forma s normálnym druhým okom, pri ktorej sa predpokladá autozomálne recesívna dedičnosť (ACVO Genetic Committee, 2024).

Očné abnormality vrátane mikroftalmie u plemien aljašský husky, rotvajler a čierny ruský teriér sú spojené s genetickými variantmi



Obr.č.6.: Bilaterálna mikroftalmia u 6 týždňového slepého šteniatka československého vlčiaka. Zdroj: MVDr.Pavol Zubrický, PhD.

v géne RAB3GAP1, ktoré vyvolávajú polyneuropatiu fenotypovo porovnateľnú s ľudským Warburgovým syndrómom (Wiedmer *et al.* 2015; Mhlanga-Mutangadura *et al.* 2016a; Mhlanga-Mutangadura *et al.* 2016b). Juvenilná polyneuropatia sa klinicky prejavuje paralýzou hrtana, svalovou slabosťou a sprievodnými oftalmologickými abnormalitami vrátane mikroftalmie, neúplnej (najmä jadrovej) katarakty a perzistujúcej pupilárnej membrány. Postihnuté jedince sú homozygotné pre mutáciu RAB3GAP1 (c.743delC) a vykazujú výrazne skrátenú dĺžku prežívania, zvyčajne nepresahujúcu 6 mesiacov (ACVO Genetic Committee, 2024).

Vývojové poruchy oka sú zodpovedné za 30% celkového poškodenia zraku a slepoty. Napriek tomu, vzhľadom na široké fenotypové spektrum vrátane multisystémových znakov, spolu s neznámou alebo komplexnou etiológiou a nejasnou patogenézou, predstavujú tieto vrodené poruchy veľkú diagnostickú výzvu (Banerjee *et al.*, 2020).

Diagnóza mikroftalmie sa stanovuje na základe klinických nálezov, oftalmologického vyšetrenia v prípade potreby podporeného ultrasonografiou v B-móde. Hlavným diferenciálnym znakom je ftiža bulbu, ktorá je na rozdiel od vrodenej mikroftalmie výsledkom predchádzajúceho zápalu oka. Na mikroftalmiu neexistuje žiadna liečba, avšak v závažných prípadoch môže sekundárna konjunktivitída vyžadovať buď lekársku liečbu s použitím lokálneho protizápalového lieku, alebo chirurgickú liečbu enukleáciou zvyškových očných tkanív (Esson a Calvarese, 2022).

Záver

Mikroftalmia predstavuje komplexnú vrodenú vývinovú anomáliu oka s výraznou fenotypovou a etiologickou heterogenitou. Ochorenie vzniká v dôsledku narušenia embryonálneho vývoja oka, pričom klinické prejavy sa pohybujú od miernych morfológických zmien až po závažné formy spojené so slepotou a multisystémovým postihnutím. Identifikácia viacerých genetických variantov a plemenných predispozícií poukazuje na významnú úlohu genetických faktorov v patogenéze tohto ochorenia, hoci mechanizmy dedičnosti zostávajú v mnohých prípadoch neobjasnené.

Výskyt mikroftalmie v asociácii s ďalšími očnými a systémovými abnormalitami, vrátane neurologických a hematologických porúch, zdôrazňuje potrebu komplexného klinického prístupu k postihnutým jedincom. Napriek absencii kauzálnej terapie má včasná a presná diagnostika zásadný

význam pre správny klinický manažment, diferenciálnu diagnostiku a rozhodovanie o ďalšej starostlivosti.

Z hľadiska chovateľskej praxe je nevyhnutné zavádzanie genetického skríningu, zodpovedného výberu chovných jedincov a dôsledného preventívneho oftalmologického vyšetrenia, ktoré môžu významne prispieť k zníženiu výskytu dedičných foriem mikroftalmie v populáciách čistokrvných psov. Ďalší výskum zameraný na identifikáciu nových genetických variantov a lepšie pochopenie patogenézy ochorenia je nevyhnutný pre zlepšenie diagnostických a preventívnych stratégií v oblasti veterinárnej oftalmológie.

Literatúra:

1. ACVO GENETICS COMMITTEE. Ocular disorders presumed to be inherited in purebred dogs. The Blue Book. 16th ed. 2024. Orthopedic Foundation for Animals and American College of Veterinary Ophthalmologists. p.1070.
2. BANERJEE, E., CASAL, M.L., O'CONNOR, C., MIYADERA, K., KEDRICK, B.T., WERNER, P., MURGIANO, L., AGUIRRE, G.D., GUZIEWICZ, K.E. A naturally-occurring canine model of congenital microphthalmia with multisystemic features. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2020;61(7):2229. Dostupné na internete: <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2767421>
3. DELL M. Severe bilateral microphthalmos in a Pomeranian pup. *Can Vet J.* 2010 Dec;51(12):1405-7. PMID: 21358938; PMCID: PMC2978999. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2978999/>
4. ESSON, D.A., CALVARESE, S. Microphthalmia. *Clinical Atlas of Canine and Feline Ophthalmic Disease*, Second Edition, Wiley Blackwell, 2022, p. 318-319. ISBN: 978-1-119-66584-7.
5. EUROPEAN COLLEGE OF VETERINARY OPHTHALMOLOGISTS (ECVO) HED COMMITTEE. ECVO Manual: Chapter 8 - The Veterinary ophthalmologists' advice (2021). Known and Presumed Hereditary Eye Diseases (KP-HED) in Dogs and Cats. 2021. Dostupné na internete: https://www.ecvo.eu/media/8-vet_advice.pdf.
6. GELATT, K.N., PLUMMER, C.E. *Essentials of Veterinary Ophthalmology*. Wiley Blackwell. Fourth Edition, 2022, p. 223. ISBN 978-1-119-80130-7.
7. GLAZE, M.B. The eye. In M. E. Peterson & M. A. Kutzler (Eds.), *Small animal pediatrics*. W.B. Saunders, 2011. pp. 461-482.
8. GRAHN, B.H., PEIFFER, R.L. *Fundamentals of veterinary ophthalmic pathology*. In *Veterinary Ophthalmology*. ed. Gelatt, K.N 4 th., 2007, pp. 355-437.
9. HYTTTEL, P., SINOWATZ, F., VEJLSTED, M. *Essentials of Domestic Animal Embryology*. New York: Saunders Elsevier; 2010. pp. 170-359.
10. LABOKLIN. Microphthalmia (RBP4). LABOKLIN Europe. Accessed [21.1.2026]. Dostupné na internete: <https://laboklin.com/en/products/genetics/hereditary-diseases/dog/microphthalmia-rbp4/>
11. MAGGS, D., MILLER, P., OFRI, R. *Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology*. 4th ed. Philadelphia: WB Saunders; 2007. p. 32.
12. MHLANGA-MUTANGADURA, T., JOHNSON, G.S., ASHWINI, A., SHELTON, G.D., WENNOGLE, S.A., JOHNSON, G.C., KUROKI, K., O'BRIEN, D.P. A homozygous RAB3GAP1:c.743delC mutation in rottweilers with neuronal vacuolation and spinocerebellar degeneration. *J Vet Intern Med.* 2016, 30(3):813-818. doi: 10.1111/jvim.13921.
13. MHLANGA-MUTANGADURA, T., JOHNSON, G.S., SCHNABEL, R.D., TAYLOR, J.F., JOHNSON, G.C., KATZ, M.L., SHELTON, G.D., LEVER, T.E., GIULIANO, E., GRANGER, N., et al. 2016. A mutation in the Warburg syndrome gene, RAB3GAP1, causes a similar syndrome with polyneuropathy and neuronal vacuolation in black Russian terrier dogs. *Neurobiol Dis.* 86:75-85. doi: 10.1016/j.nbd.2015.11.016.
14. POT SA., VOELTER, K., KIRCHER, P.K. Diseases and Surgery of the Canine Orbit. In Gelatt K.N. Et al.: *Veterinary Ophthalmology*, 1 Volume Set, 6th Edition, Wiley- Blackwell, 2021, p. 889. ISBN: 978-1-119-44183-0.
15. SARAIVA, I.Q., DELGADO, E. 2020. Congenital ocular malformations in dogs and cats: 123 cases. *Vet Ophthalmol.* 23(6):964-978. doi: 10.1111/vop.12836.
16. SHAW, G.C., TSE., M.P.Y., MILLER, A.D. Microphthalmia With Multiple Anterior Segment Defects in Portuguese Water Dogs. *Veterinary Pathology.* 2018;56(2):269-273. doi:10.1177/0300985818794248
17. WIEDMER, M., OEVERMANN, A., BORER-GERMANN, S.E., GORGAS, D., SHELTON, G.D., DRÖGEMÜLLER, M., JAGANNATHAN, V., HENKE, D., LEEB, T. 2015. A RAB3GAP1 SINE Insertion in Alaskan Huskies with Polyneuropathy, Ocular Abnormalities, and Neuronal Vacuolation (POANV) Resembling Human Warburg Micro Syndrome 1 (WARBM1). *G3 (Bethesda).* 2015, 6 (2):255-262. doi: 10.1534/G3.115.022707

London Vet Show 2025

V dňoch 20.–21. novembra 2025 sa vo výstavnom centre ExCeL London v oblasti Newham uskutočnil 15. ročník London Vet Show (LVS) — jedno z najprestížnejších a najväčších veterinárnych podujatí v Európe. Každoročne priťahuje tisíce odborníkov z celého sveta a prináša bohatý odborný program, množstvo workshopov a výstavisko plné najnovších technológií vo veterinárnej medicíne.

London Vet Show 2025 opäť potvrdil svoju unikátnu pozíciu platformy, ktorá spája klinickú prax, výskum, technologické inovácie a komunitné iniciatívy. Predstavuje tak hodnotnú príležitosť na vzdelávanie, získanie kontaktov, inšpiráciu aj prehľad o moderných trendoch v našom odbore.

Podujatie prebiehalo dva dni v rozsiahlych priestoroch na dvoch poschodiach, od ranných do večerných hodín. Predstavilo sa na ňom vyše 425 vystavovateľov a odborný program zabezpečovalo viac než 450 prednášajúcich. Počet návštevníkov sa pohyboval v tisícoch a keďže nejde o lokálne, ale globálne podujatie, zastúpené boli krajiny z celého sveta. Napriek obrovskému množstvu účastníkov bola registrácia rýchla a bezproblémová – delegáti obdržali plastové vstupné karty, ktoré uľahčovali pohyb medzi jednotlivými sekciami. Logistika, orientácia aj celkové zázemie boli na mimoriadne vysokej úrovni, čo prispelo k komfortnému priebehu konferencie.

Odborný program ponúkol viac ako 300 hodín obsahu, od prednášok cez semináre až po praktické workshopy. Z toho až 17 hodín malo najvyšší stupeň akreditácie RACE, ktorú oceňujú najmä účastníci z USA a Kanady, kde je systém RACE dôležitou súčasťou povinného celoživotného vzdelávania.

Program pre veterinárnych lekárov bol systematicky rozdelený podľa typu poskytovanej praxe, aby si každý účastník mohol vybrať obsah presne podľa svojho profesionálneho zamerania. Samostatné prednáškové sekcie boli pripravené pre spoločenské zvieratá (s najširším rozsahom tém – od internej medicíny, chirurgie a urgentnej starostlivosti až po kardiológiu, dermatológiu, endokrinológiu či zobrazovacie metódy), kone (kde sa riešila interná medicína, ortopédia, chirurgia, diagnostika aj manažment koňských pacientov), hospodárske zvieratá (so zameraním na reprodukciu, prevenciu ochorení, manažment stáda a aktuálne výzvy farmovej praxe), exotické a voľne žijúce zvieratá (vrátane vtákov, plazov a malých cicavcov). Oblasť venovaná veterinárnym sestrám a technikom dávala dôraz na ošetrovateľské postupy, anestéziu, hospitalizáciu a patientsky manažment. Mnohé obsahové bloky sa venovali aj ekonomike a riadeniu veterinárnej praxe, efektívnemu fungovaniu tímu či rôznym výzvam profesie. Významnú pozornosť dostala aj téma duševnej a fyzickej pohody veterinárnych profesionálov, ktorá je vzhľadom na náročnosť nášho odboru čoraz aktuálnejšia.



Prednášky prebiehali paralelne v niekoľkých veľkých aj menších priestoroch. Najväčšie sály boli určené najmä pre internú medicínu a poňali stovky účastníkov, pričom boli vybavené viacerými projekčnými plochami. Komornejšie prednášky, diskusie a komunitné stretnutia prebiehali priamo medzi stánkami a vytvárali príjemnú interaktívnu atmosféru.

Súčasťou programu boli aj praktické workshopy a “wet labs”, ktoré umožnili účastníkom nadobudnúť reálne praktické zručnosti využiteľné v každodennej klinickej praxi. Výstavné priestory ponúkali pestrú paletu novínok – od moderných diagnostických prístrojov, chirurgického vybavenia a liekov, až po krmivá, doplnky výživy a široký sortiment spotrebného materiálu. Mnohé stánky umožňovali priamu ukážku prístrojov či možnosť vyskúšať si ich funkcie, čo účastníkom poskytlo praktický pohľad do možností ich využitia v klinickej praxi.

London Vet Show 2025 tak opäť potvrdil svoj status jedného z najvýznamnejších a najprestížnejších veterinárnych podujatí v Európe. Kombinácia rozsiahlej výstavy, kvalitného odborného programu a silnej medzinárodnej účasti robí z tejto konferencie miesto, kde sa stretávajú inovácie, prax, komunita a spoločné úsilie o ďalší rozvoj veterinárnej medicíny.

MVDr. Anna Bartíková
MVDr. Natália Košíková
Veterinárna poliklinika Althea, Nitra

Biomarkery poškodenia kĺbovej chrupky u psov

Biomarkers of Articular Cartilage Damage in Dogs

MVDr. Scarlett Polakovič Marešová, PhD.

Veterinárna klinika Scarvet, Sladovnícka 22, 91 701 Trnava

Súhrn

Poškodenie kĺbovej chrupky predstavuje významný klinický problém u psov rôznych vekových kategórií a plemien. Degeneratívne ochorenia pohybového aparátu, vrátane osteoartrózy, sa často vyvíjajú dlhodobo a klinické príznaky sa prejavajú až v pokročilých štádiách ochorenia. Tradičné diagnostické metódy majú preto limitovanú schopnosť zachytiť skoré zmeny v chrupke.

Biomarkery metabolismu chrupky a kostí predstavujú perspektívny nástroj, ktorý môže poskytnúť informácie o dynamike jej odbúravania a regenerácie ešte pred vznikom zjavného klinického ochorenia. Tento príspevok poskytuje prehľad základných princípov biomarkerov poškodenia chrupky u psov, ich biologického významu, potenciálnych klinických aplikácií a súčasných limitov ich využitia vo veterinárnej medicíne.

Kľúčové slová: biologické tekutiny, degeneratívne ochorenia kĺbov, metabolizmus chrupky, osteoartróza

Summary

Damage to the articular cartilage represents a significant clinical problem in dogs of various ages and breeds. Degenerative diseases of the musculoskeletal system, including osteoarthritis, often develop over a long period of time, with clinical signs becoming apparent only in advanced stages of the disease. Consequently, traditional diagnostic methods are limited in their ability to detect early cartilage changes.

Biomarkers of cartilage and bone metabolism represent a promising tool that may provide insight into the dynamics of cartilage degradation and regeneration before overt clinical damage becomes evident. This article provides an overview of the basic principles of cartilage damage biomarkers in dogs, their biological significance, potential clinical applications, and current limitations of their use in veterinary medicine.

Key words: articular cartilage metabolism, blood, degenerative joint disease, osteoarthritis

Úvod

Zdravá kĺbová chrupka je nevyhnutným predpokladom pre bezbolestný pohyb a správnu funkciu pohybového aparátu nielen u psov. Jej schopnosť tlmiť nárazy a zabezpečiť hladký pohyb kĺbových plôch je výsledkom komplexnej rovnováhy medzi syntézou a degradáciou extracelulárnej matrice (extracellular matrix – ECM). Táto rovnováha môže byť narušená vplyvom veku, genetických predispozícií, mechanického preťaženia, traumy alebo zápalových procesov.

Degeneratívne zmeny chrupky pritom prebiehajú často subklinicky a v čase stanovenia diagnózy býva poškodenie už nezvratné. Z tohto dôvodu sa v posledných rokoch zvyšuje záujem o objektívne, biologicky založené ukazovatele, ktoré by umožnili skoršiu detekciu týchto procesov. Biomarkery poškodenia chrupky, merateľné v biologických tekutinách, ponúkajú možnosť lepšieho pochopenia patofyziológie ochorenia kĺbov a potenciálne aj individualizácie diagnostiky a monitorovania terapie.

Metabolizmus kĺbovej chrupky

Vývojová a homeostatická remodelácia extracelulárnej matrice (ECM) je prísne regulovaný proces, ktorý je riadený súborom zinkových, vápnik-dependentných sekrétovaných neutrálnych proteáz, známych ako matrixové metaloproteinázy (MMP). Táto skupina enzýmov, ktorá v súčasnosti zahŕňa viac ako 25 rôznych MMP, je schopná degradovať všetky štrukturálne proteíny ECM vrátane intersticiálnych kolagénov (typy I, II, III a V), kolagénu bazálnej membrány (IV), fibronektínu, laminínu, proteoglykánov a elastínu. Do skupiny MMP patria kolagenázy, gelatinázy, stromelyzíny, makrofágová metaloelastáza, matrilýzín a membránové typy MMP. Ich aktivita je regulovaná na úrovni transkripcie génov a aktiváciou latentných proenzýmov. Zároveň je inhibovaná prostredníctvom tkanivových inhibítorov metaloproteináz (TIMP), ktoré zahŕňajú štyri typy (TIMP-1 až TIMP-4) (Birkedal-Hansen a kol., 1993; Leco a kol., 1997; Bonnans a kol., 2014). Za fyziologických podmienok je metabolizmus tkanív charakterizovaný sta-

roslivo regulovanou rovnováhou medzi aktívnymi matrixovými metaloproteinázami (MMP) a ich tkanivovými inhibítormi (TIMP). Predpokladá sa, že vzájomný pomer týchto molekúl zásadným spôsobom ovplyvňuje rýchlosť prestavby a premeny ECM. Ak dôjde k narušeniu tejto rovnováhy, môže to viesť k rozvoju a progresii viacerých patologických procesov, vrátane nádorovej invázie a metastáz, artritídy, fibrotických ochorení, aterosklerózy či emfyzému v závislosti od postihnutého tkaniva (Ahner a kol., 2019).

Práca Ahner a kol. (2019) ako prvá poukázala na štatisticky významné rozdiely v koncentrácii proteínových biomarkerov súvisiacich s remodeláciou kosti a chrupky u psov s klinickými prejavmi dysplázie bedrového kĺbu (DBK) v porovnaní s jedincami bez DBK. Autori identifikovali panel štyroch biomarkerov (močové C-terminálne telopeptidové fragmenty kolagénu typu I (CTX-I) a typu II (CTX-II), sérový MMP-9 a C-terminálny propeptid prokolagénu typu II (PIICP)), ktorý vykazoval vysokú schopnosť rozlíšiť prítomnosť alebo neprítomnosť dysplázie bedrového kĺbu u dospelých psov. Napriek týmto poznatkom zostávajú fyziologické hodnoty biomarkerov poškodenia chrupky vo veterinárnej medicíne stále nedostatočne definované, hoci existujú dôkazy o ich využiteľnosti pri kontrole rôznych patologických stavov (Ahner a kol., 2019). U psov s röntgenologicky potvrdenou DBK sa v moči zistili signifikantne nižšie koncentrácie CTX-II v porovnaní so psami s normálnymi bedrovými kĺbmi. Tento nález poukazuje na zmenený metabolizmus extracelulárnej matrice, ktorý sa pravdepodobne podieľa na vzniku a ďalšej progresii osteoartrózy. V rámci tej istej štúdie sa nepreukázali významné rozdiely v koncentráciách MMP-3 v sére ani v moči, zatiaľ čo sérový MMP-9 sa ukázal ako biomarker schopný rozlíšiť dospelých psov s dyspláziou bedrového kĺbu od psov bez tohto ochorenia. Močový CTX-II je považovaný za biomarker špecifický pre odbúravanie chrupky, avšak nie je viazaný na konkrétny kĺb, vrátane bedrového kĺbu. Dearmin a kol. (2014) zaznamenali u psov biochemické zmeny prejavujúce sa signifikantným zvýšením koncentrácie PIICP v sére, ktoré pripisovali zvýšenej aktivite enzýmov MMP (Nepple a kol., 2015; Dearmin a kol., 2014). Kľúčovú úlohu pri intracelulárnom budovaní molekúl prokolagénu zohrávajú C-terminálne propeptidy, čím prispievajú k tvorbe kolagénových fibríl. Pri patologických procesoch v kĺbovej chrupke dochádza k zvýšenému štiepeniu kolagénu typu II. Koncentrácia PIICP tak priamo odráža rýchlosť syntézy kolagénu v chrupke (Nelson a kol., 1998; Hulmes, 2019).

Sledovanie biomarkerov v tkanivových tekutinách

Biomarkery metabolizmu chrupky a kostí, ktoré sú dôležité hlavne z hľadiska vzniku a rozvoja osteoartrózy, je možné stanovovať v rôznych biologických tekutinách, predovšetkým v krvi, moči a synoviálnej tekutine. Voľba závisí od typu biomarkera, dostupnosti vzorky, invazivity odberu a cieľa vyšetrenia. Každá z týchto tkanivových tekutín má svoje výhody aj obmedzenia, ktoré je potrebné zohľadniť pri interpretácii výsledkov.

Krvné vzorky predstavujú najčastejšie používaný materiál v klinickej praxi, najmä pre ich relatívne jednoduchý a standardizovaný odber. Sérové biomarkery odrážajú systémové procesy metabolizmu kostí a chrupky, avšak ich koncentrácie môžu byť ovplyvnené aj inými faktormi, ako sú zápalové ochorenia, hormonálny stav, funkcia pečene a obličiek či celkový zdravotný stav jedinca. Napriek tomu poskytujú cenné informácie o dynamike prestavby tkanív a umožňujú opakované sledovanie zmien v čase.

Moč je ďalšou často využívanou biologickou tekutinou, najmä pri stanovení degradačných produktov kolagénu, ako je CTX-II. Výhodou močových biomarkerov je ich neinvazívny odber a schopnosť zachytiť kumulatívne produkty metabolizmu extracelulárnej matrice. Na druhej strane sú koncentrácie biomarkerov v moči výrazne ovplyvnené hydratáciou organizmu, hustotou moču a dennými fluktuáciami, čo môže komplikovať interpretáciu výsledkov. V klinickej praxi sa preto často využíva korekcia na kreatinín, hoci ani tento postup úplne neeliminuje biologickú variabilitu.

Synoviálna tekutina je považovaná za najšpecifickejší zdroj informácií o lokálnych procesoch prebiehajúcich priamo v kĺbe. Biomarkery stanovené v synoviálnej tekutine môžu presnejšie odrážať lokálnu aktivitu metabolizmu chrupky a synovie. Odber synoviálnej tekutiny je však invazívnejší, technicky náročnejší a v bežnej klinickej praxi menej využívaný, najmä u asymptomatických alebo mierne postihnutých pacientov.

Biologická variabilita biomarkerov

Biomarkery metabolizmu chrupky predstavujú perspektívne doplnenie klinického a zobrazovacieho vyšetrenia, najmä tam, kde potrebujeme zachytiť zmeny ešte pred rozvojom výrazných morfológických prejavov. Ich interpretácia však vyžaduje opatrnosť: hladiny biomarkerov môžu byť ovplyvnené biologickými faktormi (vek, pohlavie, plemeno, úroveň fyzickej aktivity, individuálna variabilita), ako aj preanalytickými podmienkami vrátane času odberu a typu vzorky, pričom denná variabi-

lita bola u psov opísaná pri vybraných markeroch (Liesegang a kol., 1999; Belić a kol., 2012). Z tohto dôvodu je porovnávanie hodnôt medzi jednotlivými jedincami alebo štúdiami často problematické.

V praxi sa javí ako najvhodnejší prístup kombinovať biomarkery s klinickým vyšetrením a zobrazovacími metódami a pri dlhodobom sledovaní preferovať opakované merania za štandardizovaných podmienok. Dôležitým krokom k širšej klinickej využiteľnosti je budovanie referenčných hodnôt pre definované populácie psov a validácia testovacích metód. Príkladom sú práce zamerané na plemenné alebo pracovné kohorty, ktoré ukazujú, že referenčné hladiny sa môžu líšiť podľa vekovej štruktúry a charakteru populácie (Marešová a kol., 2024). Z dostupných poznatkov zároveň vyplýva, že lokálne (synoviálne) biomarkery môžu lepšie odrážať procesy prebiehajúce priamo v kĺbe, kým systémové (sérové/močové) parametre poskytujú širší obraz o celkovom stave tkanív. Ich praktické využitie preto bude v budúcnosti spočívať v cielenej kombinácii (Hegemann a kol., 2002; Malek a kol., 2020).

Možnosti klinického využitia biomarkerov poškodenia chrupky

Biomarkery metabolizmu chrupky a kostí predstavujú potenciálny doplnok ku klasickým diagnostickým metódam v oblasti ochorení pohybového aparátu psov. Ich hlavnou výhodou je schopnosť odrážať biologické procesy prebiehajúce v tkanivách v reálnom čase, často ešte pred vznikom zjavného morfológického poškodenia, ktoré by sme mohli detegovať zobrazovacími metódami.

Jednou z najvýznamnejších oblastí využitia biomarkerov je skorá identifikácia degeneratívnych zmien v kĺboch. Degeneratívne procesy chrupky prebiehajú dlhodobo a subklinicky, pričom röntgenologické zmeny sa objavujú až v neskorších štádiách ochorenia. Zmeny v koncentráciách biomarkerov degradácie alebo syntézy chrupky môžu poukazovať na narušený metabolizmus extracelulárnej matrice ešte pred rozvojom klinických príznakov, čo vytvára priestor pre skorší terapeutický zásah.

Ďalšou perspektívnou oblasťou je monitorovanie progresie ochorenia a hodnotenie odpovede na liečbu. Opakované merania biomarkerov za štandardizovaných podmienok umožňujú sledovať dynamiku zmien metabolizmu chrupky a kostí v čase. V porovnaní so zobrazovacími metódami, ktoré zachytávajú prevažne štrukturálne zmeny, môžu biomarkery poskytovať informácie o biologickej aktivite ochorenia a potenciálne reflektovať účinnosť konzervatívnej alebo farmakologickej terapie.

Záver

Napriek uvedeným možnostiam biomarkery poškodenia chrupky zatiaľ nemožno považovať za samostatný diagnostický nástroj. Ich interpretácia musí byť vždy komplexná a zahŕňať klinické vyšetrenie, anamnézu, zobrazovacie metódy a individuálne charakteristiky pacienta. V súčasnosti sa biomarkery javia ako vhodný doplnok k existujúcim diagnostickým postupom, ale nie ako ich náhrada. Do budúcnosti možno očakávať, že kombinácia viacerých biomarkerov spolu s klinickými a zobrazovacími parametrami prispeje k presnejšej diagnostike, individualizácii liečby a efektívnejšiemu monitorovaniu degeneratívnych ochorení kĺbov u psov. Pre širšie klinické uplatnenie však bude potrebná ďalšia validácia biomarkerov, štandardizácia analytických metód a definovanie referenčných hodnôt pre rôzne populácie psov.

Biomarkery môžu nájsť uplatnenie aj pri hodnotení rizikových skupín psov, ako sú veľké a pracovné plemená, športovo zaťažené jedince alebo psy s genetickou predispozíciou k ochoreniam kĺbov. V týchto populáciách by mohli slúžiť ako nástroj na dlhodobé sledovanie metabolizmu chrupky a včasné zachytenie nepriaznivých zmien ešte pred rozvojom klinickej symptomatológie.

Literatúra

1. Ahner CE, et al. Protein biomarkers in serum and urine for determining presence or absence of hip dysplasia in a canine model. *Journal of Orthopaedic Research* 2019, 37(4):916 – 920.
2. Belić, M, et al. The influence of sex on biochemical markers of bone turnover in dogs. *Research in Veterinary Science* 2012, 93(2):918 – 920.
3. Birkedal-Hansen H, et al. Matrix metalloproteinases: A review. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*. 1993, 4(2):197 – 250.
4. Bonnans C, et al. Remodelling the extracellular matrix in development and disease. *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 2014;15(12):786 – 801.
5. Dearmin MG, et al. Chondroprotective effects of zoledronic acid on articular cartilage in dogs with experimentally induced osteoarthritis. *American Journal of Veterinary Research* 2014, 75(4):329 – 337.
6. Hegemann N, et al. Biomarkers of joint tissue metabolism in canine osteoarthritic and arthritic joint disorders. *Osteoarthritis and Cartilage* 2002, 10(9):714 – 721.
7. Hulmes DJ. Roles of the procollagen C-propeptides in health and disease. *Essays in Biochemistry* 2019, 63(3):313 – 323.
8. Leco KJ, et al. Murine tissue inhibitor of metalloproteinases-4 (TIMP-4): cDNA isolation, and expression in adult mouse tissues. *FEBS Lett*. 1997, 401(2-3):213 – 217.
9. Liesegang A, et al. Diurnal variation in concentrations of various markers of bone metabolism in dogs. *American Journal of Veterinary Research* 1999, 60(8):949 – 953.
10. Malek S, et al. Infrared spectroscopy of synovial fluid as a potential screening approach for the diagnosis of naturally occurring canine osteoarthritis associated with cranial cruciate ligament rupture. *Osteoarthritis and Cartilage Open*, 2020, 2(4):100 – 120.
11. Maresova, S, et al. Evaluation of CTX-I, CTX-II, TIMP-I, MMP-9 and PIICP in the population of working German Shepherd dogs in Slovakia. *Veterinárná Medicina* 2024, 69(10):355.
12. Nelson F, et al. Evidence for altered synthesis of type II collagen in patients with osteoarthritis. *The Journal of Clinical Investigation* 1998, 102(12):2115 – 2125.
13. Nepple JJ, et al. What is the utility of biomarkers for assessing the pathophysiology of hip osteoarthritis? A systematic review. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2015, 473(5):1683 – 1701.

Reparačné a regeneračné procesy pri hojení tkanív

Reparation and regeneration during tissue healing

MVDr. Patrik Zelezník

Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach
Klinika malých zvierat, Univerzitná veterinárna nemocnica
Komenského 73, 041 81 Košice

Súhrn

Reparácia alebo hojenie tkaniva je prirodzený, komplikovaný a nepretržitý proces prebiehajúci v akomkoľvek živom organizme, ktorý predstavuje obnovu funkcie a architektúry tkaniva po úraze. Skladá sa z dvoch základných komponentov: reparácia a regenerácia. Reparácia po poranení môže nastať regeneráciou buniek alebo tkanív, ktorá obnoví normálnu štruktúru tkaniva, alebo hojením, ktoré vedie k vytvoreniu jazvy.

V prípade regenerácie je poškodené alebo stratené tkanivo nahradené proliferáciou okolitých nepoškodených buniek a tkanív. Obnovuje sa normálna štruktúra tkaniva alebo nastáva úplná regenerácia v epiderme, v epiteli zažívacieho traktu a hematopoetickom systéme, kde majú bunky vysokú proliferáciu kapacitu. V prípade tkanív, ako sú pečeň a obličky, nastáva skôr kompenzačný rast ako skutočná regenerácia. Reparáciou je naopak predovšetkým ukladanie kolagénu za vzniku jazvy. Reparácia závisí od schopnosti tkaniva regenerovať sa a od rozsahu poranenia. Povrchové rany na koži sa hoja regeneráciou povrchového epitelu, avšak obnovenie pôvodnej extracelulárnej matrix (ECM) poškodennej vážnym poranením zahŕňa ukladanie kolagénu a tvorbu jaziev, čím sa normálna štruktúra tkaniva natrvalo zmení.

Kľúčové slová: jazva, kolagén, regenerácia, reparácia, tkanivo

Summary

Tissue repair or healing is a natural, complex, and continuous process in any living organism that involves the restoration of tissue function and structure after injury. It consists of two basic components: repair and regeneration. After injury, repair can occur either through cell or tissue regeneration, which restores the normal structure of the tissue, or through healing that leads to scar formation.

In the case of regeneration, damaged or lost tissue is replaced by the proliferation of surrounding undamaged cells and tissue. The normal tis-

sue structure is restored, or complete regeneration occurs in the epidermis, the lining of the digestive tract, and the hematopoietic system, where cells have a high proliferative capacity. In tissues such as the liver and kidneys, compensatory growth occurs rather than true regeneration. However, repair primarily involves the deposition of collagen leading to scar formation. Repair depends on the regenerative capacity of the tissue and the extent of the injury. Superficial skin wounds heal through regeneration of the surface epithelium, but the restoration of the original extracellular matrix (ECM) damaged by severe injury involves collagen deposition and scar formation, which permanently alters the normal tissue structure.

Key words: collagen, regeneration, repair (healing), scar, tissue

Úvod

Život sám o sebe vyžaduje funkčnú regeneráciu tkanív, ktoré boli zničené alebo zranené traumou alebo ochorením. Tento proces sa vyskytuje u mnohých živočíšnych druhov. Mloky majú napríklad vzácnu schopnosť regenerovať (dorásť) celú končatinu v priebehu niekoľkých týždňov. U niektorých živočíchov, napríklad u plochých červov a medúz, sa dokáže obnoviť dokonca celé telo. U väčšiny stavovcov sa vyvinula schopnosť rýchlo opraviť poškodenie skôr, ako sa vystaví organizmus nebezpečenstvám, ktoré môžu zanechať nefunkčné tkanivové náhrady a fibróznou matrix, známou ako jazva (Eming a kol., 2014). Tkanivá cicavcov s vysokým počtom kmeňových buniek a s vysokou proliferácnou kapacitou, ako je pečeň, krv a črevný epitel sú miesta, kde sa najčastejšie prejavuje regenerácia. Avšak pokles alebo vyčerpanie zásoby rezidentných kmeňových buniek, spôsobený napríklad vekom, ovplyvňuje bunkové schopnosti regenerácie (Spehar a kol., 2020).

Hojenie tkanív u cicavcov

U cicavcov je kapacita pre hojenie a regeneráciu

bez jaziev obmedzená na rané štádiá života a počas vývoja sa postupne stráca v dôsledku znižujúcich sa regeneračných schopností endogénnych kmeňových buniek. U ľudí sa proces zjazvenia kože objavuje približne po 24 týždňoch gravidity a u myši v 18,5. až 19. dni gravidity. Potenciál na regeneráciu bez jaziev v srdciach myši je postupne stratený medzi prvým a siedmym dňom života. Po zranení alebo poškodení sa u dospelého cicavca môže plne regenerovať len niekoľko orgánov, ako je pečeň a krv. Pečeň môže opraviť poškodenie tkaniva spôsobené širokou škálou fyzických a toxických zranení a hematopoetické kmeňové bunky sú schopné obnoviť plne funkčný obehový systém po transplantácii. Vo väčšine ostatných tkanív reparácia poranenia alebo hojenie rán zvyčajne vedie k tvorbe jaziev alebo fibróze, ktorá je dôsledkom straty regeneračnej schopnosti. Naopak veľa dospelých necicavčích stavovcov si zachováva schopnosť regenerovať orgány a končatiny po poranení po celý život. Preto chápanie regenerácie tkaniva u necicavčích stavovcov poskytuje dôležité nástroje pre stratégie regenerácie tkanív u ľudí a zvierat.

Procesy regenerácie a opravy tkaniva, súhrnne označované ako hojenie, pozostávajú zo sekvencie molekulárnych a bunkových dejov, ku ktorým v organizme dochádza pri obnove poškodeného tkaniva po jeho poranení. Udalosti a mechanizmy zapojené do procesu hojenia zahŕňajú niekoľko typov buniek, cytokíny, rastové faktory a procesy zahŕňajúce extracelulárnu matrix (Carlson a Conboy, 2007; Tanaka a Reddien, 2011; Godwin a Rosenthal, 2014).

Regeneračná medicína sa zameriava na opravu, výmenu resp. regeneráciu buniek, tkanív a orgánov s cieľom obnoviť narušené funkcie. Nové poznatky vo vývojovej biológii, biológii kmeňových buniek a bioinžinierstvo značne posunuli oblasť regeneračnej medicíny. Regeneračná kapacita kmeňových buniek bola široko preskúmaná v snahe obnoviť funkcie tkaniva, ktoré boli stratené kvôli poškodeniu tkaniva alebo v dôsledku ochorenia.

Endogénne kmeňové bunky sú multipotentné bunky, ktoré sídlia vo vnútri špecifických tkanív, kde sa môžu samoobnovovať a viesť k vzniku rôznych typov buniek. V porovnaní s exogénnymi kmeňovými bunkami má použitie endogénnych kmeňových buniek tú výhodu, že zmiernuje riziká odmietnutia a infekcie. Navyše endogénne kmeňové bunky predstavujú nižšie riziko tvorby nádorov ako indukované pluripotentné kmeňové bunky. V zásade endogénne kmeňové bunky umožňujú regeneráciu alebo reparáciu každého tkaniva (Squillaro a kol., 2016).

Kritickým predpokladom úspešnej regenerá-

cie tkaniva je však primeraná remodelácia ECM. Tento proces vyžaduje prísne regulovanú syntézu a degradáciu komponentov ECM. Kľúčovými hráčmi v tejto regulácii sú matricové metaloproteinázy (MMP) a ich endogénne inhibítory, tzv. tkanivové inhibítory metaloproteináz (TIMP). Ich aktivita sa považuje za krok obmedzujúci rýchlosť degradácie a konzervácie ECM. V dôsledku ich dôležitosti pri vytváraní a udržiavaní ECM v natívnych aj upravených tkanivách sa dnes pozornosť sústreďí práve na úlohu týchto proteínov v kontexte regenerácie tkaniva.

Chirurgická trauma aj bakteriálne infekcie môžu viesť k vážnemu poškodeniu tkaniva, ktoré môže byť spustené interakciami receptor-ligand sprostredkovanými Toll-like receptorom 4 (TLR4) na bunkovom povrchu. Tieto polyvalentné interakcie sa vyskytujú medzi ligandami odvodenými od baktérií, ako aj endogénnymi fragmentmi hyaluronanu. Hyaluronan je neaktívny vysokomolekulárny (≈ 2 milióny Da) nesulfátovaný glykozaminoglykanový polymér tvorený opakujúcimi sa jednotkami kyseliny (beta,1-4)-Dglukurónovej-(beta,1-3)-N-acetyl-D-glukózaninu. Hyaluronové fragmenty sú v podstate kúsky hyaluronanu plnej dĺžky a pozostávajú z hyaluronových oligomérov 12–16 disacharidov s molekulovou hmotnosťou $\approx 200\,000$ Da. Interakcie sprostredkované TLR4 môžu viesť k uvoľneniu život ohrozujúcich prozápalových cytokínov, ako je TNF (tumor necrosis factor). Výsledkom je, že táto dráha je prísne regulovaná vo všetkých biologických organizmoch. Kontrolné body, ktoré spúšťajú a zastavujú túto kaskádu poškodzujúcu tkanivo sú dôležité a poháňajú výskum možných nových molekúl, ktoré by sa dali použiť na manipuláciu s touto dráhou (Atala a kol., 2010).

Základný popis hojenia rany

Všeobecné zásady a mechanizmy hojenia tkanív sú najlepšie demonštrované na hojení kožných rán / incízií. Hojenie rán delíme na primárne a sekundárne.

O primárnom hojení rany hovoríme vtedy, ak spĺňa nasledujúce vlastnosti:

- Čistá a bez infekcie
- Chirurgická incíznna rana
- Malá strata buniek a tkaniva
- Chirurgické stehy sa použijú na približenie okrajov

Sekundárne hojenie je charakterizované ako prejav hojenia rán s nasledujúcimi vlastnosťami:

- Otvorené s významným defektom tkaniva, ktorý môže byť infikovaný
- Rozsiahla strata buniek a tkanív
- Rana nie je uzavretá chirurgickými stehmi, ale namiesto toho zostala otvorená.

Rozoznávame dva typy faktorov, ktoré ovplyvňujú hojenie rán: lokálne faktory a systémové faktory.

Lokálne faktory ovplyvňujúce hojenie rán

Proces hojenia rán môžu výrazne spomaliť viacere lokálne faktory. Najvýznamnejším z nich je infekcia, ktorá narušuje prirodzený priebeh regenerácie tkaniva. Rany s nedostatočným prekrvením sa hoja pomalšie, pretože do poškodennej oblasti sa nedostáva dostatok kyslíka a živín. Prítomnosť cudzích predmetov, napríklad stehov, môže brániť hojeniu a vyvolať silnú zápalovú reakciu alebo infekciu. Negatívny vplyv má aj nadmerný pohyb v mieste poranenia, ktorý narušuje tvorbu adekvátneho nového tkaniva. Ionizujúce žiarenie navyše spomaľuje vývoj granulačného tkaniva, čo vedie k oneskorenému hojeniu pri radiačnej záťaž.

Systémové faktory ovplyvňujúce hojenie rán

Hojenie rán ovplyvňujú aj systémové faktory súvisiace s celkovým stavom organizmu. Vek zohráva významnú úlohu, pretože u mladých jedincoch prebieha hojenie rýchlejšie, zatiaľ čo u starších, najmä jedincov s pridruženými ochoreniami, býva proces pomalší pre nedostatočné prekrvenie poškodenej oblasti. Dôležitá je aj výživa, keďže nedostatok bielkovín, vitamínu C alebo zinku vedie k oneskorenému hojeniu. Negatívny vplyv má aj systémová infekcia, ktorá bráni normálnej regenerácii. Podávanie glukokortikoidov má protizápalový účinok, no v niektorých prípadoch môže zároveň spomaliť proces hojenia rán.

Zápal zohráva pri oprave a regenerácii tkaniva rozhodujúcu úlohu. Po poranení tkaniva zápalové imunitné bunky migrujú do miesta rany, uľahčujú debridement rany a produkujú niekoľko chemokínov, cytokínov, metabolitov a rastových faktorov, ktoré signalizujú aktiváciu iných imunitných buniek, ako aj tkanivovo špecifických kmeňových buniek na spustenie reparácie tkaniva a prípadnej regenerácie podľa druhu tkaniva. V závislosti od regeneračnej schopnosti tkaniva a stupňa zápalovej odpovede sa určí výsledok. Nedokonalá zápalová reakcia vedie k aberantnému hromadeniu kolagénového spojivového tkaniva označovanému ako fibróza. Za fyziologických podmienok sú fibrotické tkanivá nahradené zdravými tkanivami. Ak sa však tento dobre organizovaný proces dereguluje, tkanivo sa postupne stáva fibrotickým, čo môže viesť k rozvoju chorôb (Tripathi a kol., 2024)

Postup primárneho hojenia

Počiatkové krvácanie - Krv ihneď po poranení vyplní oblasť medzi okrajmi rany a zrazením tejto krvi sa miesto chráni pred infekciou a dehydratáciou.

Zápalová fáza - Do 24 hodín nastáva akútna zápalová odpoveď a začnú sa vyvíjať polymorfy okolo ranových okrajov. Na tretí deň makrofágy nahradia polymorfy.

Epitelové zmeny - Bazálne epidermálne bunky oboch ranových okrajov sa začnú množiť a migrovať do oblasti incízie vo forme epitelových ostrôh. Vrstva epitelu pokrýva dobre aproximovanú ranu za 48 hodín. Migrujúce epidermálne bunky koaguluju a vytvárajú chrastu, ktorá sa odlupuje a oddelí sa nekrotický materiál od životaschopnej dermis. Bazálne bunky odvodené z ranového okraja sa naďalej delia a viacvrstvá nová epidermis, ktorá sa delí na povrchovú a hlbšie vrstvy, sa tvorí do piateho dňa.

Organizácia - Oblasť rany je tiež posiatá fibroblastmi na tretí deň. Na piaty deň začnú rásť nové kolagénové vlákna a prevezmú hlavnú úlohu, až pokiaľ proces hojenia nie je kompletný. Zjazvené tkanivo s riedkymi bunkovými a cievnyymi zložkami, malé množstvo zápalových buniek a epitelizovaný povrch sa formuje vo štvrtom týždni (Mohan, 2018).

Postup sekundárneho hojenia

Podobne ako pri primárnom hojení, pokiaľ ide o základné charakteristiky, sekundárne hojenie sa vyznačuje väčším defektom tkaniva, ktoré sa musí hojením preklenúť. K hojeniu dochádza od okrajov poranenia smerom do centra a od základne smerom nahor. Pri porovnaní s primárnym hojením so žiadnou alebo minimálnou jazvou, hojenie spôsobené sekundárnym hojením je postupné a zanecháva nápadnú jazvu. Jednotlivé fázy sekundárneho hojenia:

1. Počiatkové krvácanie: Po úraze vyplní priestor rany fibrínová zrazenina a krv, ktorá potom zaschne.

2. Zápalová fáza: Po úvodnej akútnej zápalovej odpovedi sa objavia makrofágy a odstránia debris, podobne ako pri primárnom hojení.

3. Zmeny epitelu: Podobne ako pri primárnom hojení, množia sa epidermálne bunky z oboch okrajov rany a posúvajú sa do rany ako epiteliálne ostrohy, kým sa nestretnú v strede a úplne reepitelizujú defekt. Avšak proliferujúce epiteliálne bunky nie úplne zakryjú povrch, až kým sa nezačne priestor rany plniť granulačným tkanivom zo základne.

4. Granulačné tkanivo: Proliferácia fibroblastov a neovaskularizácia z okolitých životaschopných elementov, výsledkom je tvorba granulačného tkaniva. Čerstvo vytvorené granulačné tkanivo je zrnité, karmínové a mimoriadne jemné a krehké. V dôsledku zvýšenia obsahu kolagénu a poklesu

vaskularity vytvorená jazva neskôr zbledne a zbledie. Bez životaschopných zvyškov, ktoré by mohli regenerovať, špecializované kožné štruktúry ako vlasové folikuly a potné žľazy nie sú obnovené.

5. Kontrakcia rany: Rozhodujúci aspekt sekundárneho hojenia, ktorý chýba pri primárnom hojení, je kontrakciu rany. Rana sa stiahne na tretinu až štvrtinu svojej pôvodnej veľkosti vďaka aktivite v myofibroblastoch nachádzajúcich sa v granulačnom tkanive. Keď sa tvorí aktívne granulačné tkanivo, prebieha kontrakcia rany.

6. Prítomnosť infekcie: V dôsledku produkcie baktérií a ich toxínov, ktoré spôsobujú nekrózu, hnisanie a trombózu, bakteriálna kontaminácia otvorenej rany spomaľuje liečebný proces.

Regenerácia nervového systému

Po poranení spojenom s deštrukciou tkaniva sa nervové bunky v mozgu, mieche a gangliách neobnovujú. Axóny CNS nevykazujú žiadnu pozorovateľnú regeneráciu. Poškodené neurogliálne (podporné) bunky môžu vykazovať gliózu alebo proliferáciu astrocytov. Regenerácia periférnych nervov je väčšinou spojená s rastom Schwannových buniek a fibríl na distálnom konci poškodeného axónu. Nepoškodený axón distálneho nervu a myelínová pošva prechádzajú procesom Wallerianskej degenerácie až kým nedosiahnu ďalší Ranvierov uzol na proximálnom konci. Makrofágy odstránia znehodnotené tkanivo z prostredia. Zo životaschopného konca axónu prebieha regenerácia vo forme pučiach neurofibríl. Periférny pahýľ sa nakoniec vyvinie do obalenej trubice s predĺženými Schwannovými bunkami za šesť až sedem týždňov ako výsledok rastu týchto fibríl pozdĺž dráhy degenerácie nervu. Fibrila proximálneho pahýľa vstupuje do starej nervovej trubice a vyrastie do nového funkčného axónu (Brunda a kol., 1995).

Sladkovodná ryba z čeľade kaprovité *Danio pruhoané* (Obr.č.1) pochádzajúca z oblasti východnej Indie. Má schopnosť regenerovať nervové tkanivo miechy a dokáže obnoviť schopnosť pohybu aj po úplnom ochrnutí. Ependymálne bunky v mieche týchto zebričiek produkujú neurogénny faktor Hb-egfa po transekcii (úplnom preťatí)



Obr.č.1 - *Danio pruhoané*. Zdroj internet: https://sk.wikipedia.org/wiki/Danio_pruhoané%C3%A9

miechy. Jedince s mutáciami hb-egfa vykazujú po transekcii miechy len obmedzenú schopnosť plávať a narušené ukazovatele regenerácie neurónov (Cigliola a kol., 2023).

Regenerácia kostí

Hojenie kostí je vhodný protiklad k hojeniu nervového tkaniva. Bezprostredne po zlomenine kosti je poškodenie miestneho cievneho zásobenia v mieste zlomeniny zodpovedné za vznik hematómu alebo krvnej zrazeniny. Hematóm je lokalizovaný súbor krvných produktov vrátane krvných doštičiek, leukocytov, makrofágov, fibrínu a rozpustných biologických rastových faktorov a cytokínov. Táto prvá fáza hojenia zlomeniny, označovaná ako deštruktívna fáza, trvá približne tri dni a je charakterizovaná zápalom a lokálnou hypoxiou. Konštruktívna fáza regenerácie nasleduje po deštruktívnej fáze a začína sa približne tri dni po poranení. Je charakterizovaná tvorbou nových ciev v dôsledku migrácie a následnej tvorby kapilár prostredníctvom endotelových buniek. Lokálna hypoxia počas deštruktívnej fázy je stimulátorom tvorby nových ciev (t.j. angiogenézy). Tvorba nových ciev umožňuje prílev mezenchýmových kmeňových buniek (alebo pericytov: bunky mezenchymálnej línie, ktoré lemujú krvné cievy), ktoré sa diferencujú na chondrocyty a osteoblasty a poskytujú kanály pre osteoklasty. Chondrocyty sú zodpovedné za tvorbu ECM chrupky a osteoblasty produkujú novú kosť. Spojenie osteoklastov a osteoblastov túto kosť remodeluje. Granulačné tkanivo kondenzuje do „mäkkého“ kalusu, ktorý pôsobí ako stabilizačná opora, podopierajúca kostné fragmenty na distálnom a proximálnom úseku kosti. Elegancia tejto tvorby mäkkého kalusu spočíva v tom, že poskytuje miestu zlomeniny kosti chrupavčité lešenie, ktoré funguje ako fixačná a stabilizačná štruktúra a zároveň ako šablóna pre následnú mineralizáciu. Chondrocyty v mäkkom kaluse podstupujú programovanú bunkovú smrť (apoptózu), osteoblasty ukládajú kostnú matrix (osteoid), ktorá nahrádza mäkký kalus. V mieste zlomeniny sa v priebehu mesiacov až rokov kosť remodeluje do fyziologického stavu, ktorý je na nerozoznanie od stavu pred zlomeninou. Kosť regeneruje „medzery“ menšie ako kritická veľkosť (1mm), ale keď „medzera“ prekročí určitý objemový rozmer, výsledkom procesu hojenia je skôr fibróza ako osteogenéza a môže dôjsť k vytvoreniu pakľbu (Lanza, 2014).

Kmeňové bunky a regenerácia

V praxi stretávame viac s procesom reparácie než primárnej regenerácie. Na rozdiel od iných stavovcov majú cicavce a ľudia len obmedzenú vro-

denú schopnosť samoregenerácie tkanív a orgánov v dôsledku rozdielov v genetike, vývoji, imunitných systémoch a zložitosti tkanív. Endogénne kmeňové bunky sú tkanivovo špecifické dospelé kmeňové bunky so schopnosťou samoobnovy a diferenciácie na špecifické typy buniek. Preto sa skúmajú endogénne kmeňové bunky na regeneráciu tkanív *in situ* a *in vivo*. Kmeňové bunky sídlia v špecifických oblastiach v tele a aktivácia kmeňových buniek závisí od progresívnych zmien v týchto oblastiach. Jedná sa o špecifické a inštruktívne mikroprostredia, ktoré možno obnoviť pomocou premostení vytvorených na báze biomateriálov. Takéto "lešenia" môžu byť vyrobené do rôznych materiálov a formulácií a môžu byť funkcionizované biochemickými a biofyzikálnymi podnetmi na usmerňovanie migrácie kmeňových buniek.

Regenerácia tkaniva pomocou endogénnych kmeňových buniek má potenciál výrazne ovplyvniť zdravie zvierat a ľudí poskytnutím možnosti následnej opravy tkanív a orgánov po zraneniach. Pre väčšinu organizmov je schopnosť regenerácie morfológie a funkcie tkaniva nevyhnutná z hľadiska dlhodobého prežitia, hoci stupeň a schopnosť regenerácie sa medzi rôznymi druhmi líši a závisí od vývojového štádia.

Regeneračná medicína

Už viac ako dvadsať rokov sa veľká časť pozornosti v tejto oblasti zameriava na pokusy odomknúť terapeutický potenciál kmeňových buniek. Je čoraz jasnejšie, že kľúčom k tomuto zámku je znalosť kontextu *in vivo*, ktorý je potrebný na podporu regenerácie. Už dlho je známe, že v živočíšnej ríši sa kapacita regenerácie stratených alebo poškodených častí tela medzi jednotlivými druhmi značne líši, rovnako ako náchylnosť k degeneratívnym zmenám (starnutie). Pozornosť sa tak obrátila na štúdium zvierat s výnimočnými regeneračnými schopnosťami a / alebo zanedbateľnými zmenami pozorovanými v súvislosti so starnutím, aby sme sa odhalili, čo oni majú, čo nám chýba. Čiastočne sú tieto stratégie motivované rastúcim povedomím, že evolučne je schopnosť zvierat regenerovať stratené alebo poškodené časti tela stavom predkov, ktorý sa z veľkej časti neznámych dôvodov stratil v rôznych líniiach, vrátane amniotov a potom bol naopak u niektorých druhov znovu získaný. Regeneračná kapacita teda zahŕňa konzervované aj druhovo špecifické mechanizmy a génové regulačné siete (Coffman a kol., 2016).

Kmeňové bunky sú nediferencované druhy buniek, ktoré sa dokážu ďalším delením diferencovať na viac ako 200 typov vysoko špecializovaných buniek (Amit a kol., 2004). Regeneračná schopnosť

mesenchymálnych kmeňových buniek (MSC) spočíva okrem samotnej výstavby nervového tkaniva aj v remyelinizácii a podpore rastu axónov (Čížková a kol., 2006) a inhibícii apoptických procesov, ktoré prispievajú k sekundárnemu poškodeniu. Toto je riadené reguláciou expresie chemokínovej osi stromal cell-derived factor-1 (SDF-1)/CXC chemokínový receptor 4 (CXCR4) znížením koncentrácie GFAP (glial fibrillary acidic protein) a zvýšením koncentrácie GAP-43 (growth associated protein-43) prítomnosťou NGF (nerve growth factor) (Wang a kol., 2017). Svoje faktory podporujúce neuroregeneráciu sú kmeňové bunky schopné vylučovať do kultivačného média a medzi ďalšie zaujímavé faktory patria napr. Glia maturation factor (GMF), Mesencephalic astrocyte-derived neurotrophic factor (MANF), Osteonectin (SPARC) a mnoho ďalších. Zastúpenie MSC v tukovom tkanive je približne 2 500-krát vyššie ako v kostnej dreni. MSC sú v tukovom tkanive lokalizované v kolagénnej matrix v stave dormancie a môžu byť ľahko uvoľnené a dostupné pre reparačné procesy poškodeného tkaniva. MSC je možné z tukového tkaniva izolovať prostredníctvom enzymatických tráviacich metód a toto tkanivo sa považuje za veľmi vhodné na štúdie regeneračného potenciálu kmeňových buniek (Humeník a kol., 2019; Humeník a kol., 2022).

Vo výskume kondicionovaného média (CM) odvodeného od MSC, zameraného na vlastnosti podporujúce neuroregeneráciu, bol zistený neurotrofický potenciál vo všetkých typoch CM. Rozdiel medzi CM izolovaným z MSC získaných z rôznych zdrojov (psie tukové tkanivo, psie tkanivo amniotovej membrány) spočíval v zmene proteínov a bioaktívnych faktorov, a ich schopnosti ovplyvňovať proliferáciu, metabolickú aktivitu, diferenciáciu, prerastanie neuritov a opätovný rast poškodených SH-SY5Y. SH-SY5Y je ľudská neuroblastomová bunková línia používaná ako model nervových buniek vo výskume neurodegeneratívnych ochorení a regenerácie nervového tkaniva. Ukázalo sa, že CM získané z kmeňových buniek z tukového tkaniva sa vyznačuje vyššou proliferačnou schopnosťou, schopnosťou ovplyvňovať metabolickú aktivitu a schopnosťou ovplyvňovať prerastanie neuritov. Oproti tomu CM získané z kmeňových buniek z amniotových obalov vykazuje výraznejšiu imunomodulačnú aktivitu a vplyv na migráciu a opätovný rast poškodených bunkových línii SH-SY5Y (Hudakova a kol., 2023).

Záver

Reparačné a regeneračné procesy predstavujú základné mechanizmy, ktorými sa organizmus

vyrovnáva s poškodením tkanív a zachováva ich funkčnú integritu. Ako vyplýva z uvedeného prehľadu, hojenie tkanív je dynamický a vysoko regulovaný dej, ktorého výsledok závisí od typu tkaniva, rozsahu poranenia, veku organizmu, lokálnych a systémových faktorov, ako aj od schopnosti aktivovať vhodnú zápalovú odpoveď a remodeláciu extracelulárnej matrix. Kým regenerácia umožňuje obnovenie pôvodnej štruktúry a funkcie tkaniva, reparácia u cicavcov vo väčšine prípadov vedie k tvorbe jazvy, ktorá predstavuje funkčný, avšak štrukturálne odlišný náhradný výsledok hojenia.

Osobitnú pozornosť si zasluhujú rozdiely v regeneračnej kapacite medzi jednotlivými tkanivami a druhmi živočíchov. Zatiaľ, čo kostné tkanivo disponuje pozoruhodnou schopnosťou takmer úplnej regenerácie, nervové tkanivo centrálného nervového systému cicavcov má regeneračný potenciál výrazne obmedzený. Naopak, modelové organizmy s vysokou regeneračnou schopnosťou poskytujú cenné poznatky o molekulárnych a bunkových mechanizmoch, ktoré by mohli byť v budúcnosti terapeuticky využité.

Rozvoj regeneračnej medicíny, najmä výskum endogénnych a mezenchymálnych kmeňových buniek, biomateriálov a parakrinných faktorov, otvára nové možnosti cielenej podpory hojenia a regenerácie poškodených tkanív. Lepšie pochopenie interakcií medzi kmeňovými bunkami, imunitným systémom a tkanivovým mikroprostredím je kľúčové pre minimalizáciu fibrózy a podporu funkčnej obnovy tkanív. Do budúcnosti tak zostáva výzvou preniesť poznatky zo základného výskumu do klinickej praxe tak, aby bolo možné nielen urýchliť

hojenie, ale aj zvýšiť podiel skutočnej regenerácie na úkor jazvovitej reparácie u zvierat aj u ľudí.

Literatúra

1. Amit M, Shariki C, Margulets V, Itskovitz-Eldor J. Feeder Layer- and Serum-Free Culture of Human Embryonic Stem Cells I. *Biology of Reproduction* 2004, 70(3):837 – 845.
2. Atala A, Irvine DJ, Moses M, Shaunak S. Wound Healing Versus Regeneration: Role of the Tissue Environment in Regenerative Medicine. *MRS Bulletin* 2010, 35(08):597 – 606.
3. Brunda KN, Shankar BP, Rani BK, Manjunatha SS, Ravikumar P, Jayaramu GM, Murthy CN. Tissue repair and regeneration. *Signal Transduction* 1995, 19.
4. Carlson ME, Conboy IM. Loss of stem cell regenerative capacity within aged niches. *Aging Cell* 2007, 6(3):371 – 382.
5. Cigliola V, Shoffner A, Lee N, et al. Spinal cord repair is modulated by the neurogenic factor Hb-egf under direction of a regeneration-associated enhancer. *Nature Communications* 2023, 14(1):4857.
6. Coffman JA, Rieger S, Rogers AN, Updike DL, Yin VP. Comparative biology of tissue repair, regeneration and aging. *NPJ Regenerative Medicine* 2016, 1:16003.
7. Čížková D, Rosocha J, Vanický I, Jergová S, Čížek M. Transplants of Human Mesenchymal Stem Cells Improve Functional Recovery After Spinal Cord Injury in the Rat. *Cellular and Molecular Neurobiology* 2006, 26(7-8):1165 – 1178.
8. Eming SA, Martin P, Tomic-Canic M. Wound repair and regeneration: Mechanisms, signaling, and translation. *Science Translational Medicine* 2014, 6(265):265sr6 – 265sr6.
9. Godwin JW, Rosenthal N. Scar-free wound healing and regeneration in amphibians: Immunological influences on regenerative success. *Differentiation* 2014, 87(1-2):66 – 75.
10. Hudáková N, Mudronova D, Marcincakova D, a kol. The role of primed and non-primed MSC-derived conditioned media in neuroregeneration. *Frontiers in Molecular Neuroscience* 2023, 16:1241432.
11. Humeník F, Cizkova D, Cikos S, et al. Canine Bone Marrow-derived Mesenchymal Stem Cells: Genomics, Proteomics and Functional Analyses of Paracrine Factors. *Molecular and Cellular Proteomics* 2019, 18(9):1824 – 1835.
12. Humeník F, Maloveská M, Hudáková N, et al. A Comparative Study of Canine Mesenchymal Stem Cells Isolated from Different Sources. *Animals* 2022, 12(12):1502 – 1502.
13. Lanza R. *Principles of Tissue Engineering*. (Langer R, Vacanti J, eds.). Elsevier; 2014.
14. Mohan D, Wansley DL, Sie BM, et al. PhIP-Seq characterization of serum antibodies using oligonucleotide-encoded peptidomes. *Nature Protocols* 2018, 13(9):1958 – 1978.
15. Spehar K, Pan A, Beerman I. Restoring aged stem cell functionality: Current progress and future directions. *Stem Cells* 2020, 38(9).
16. Squillaro T, Peluso G, Galderisi U. Clinical Trials with Mesenchymal Stem Cells: An Update. *Cell Transplantation* 2016, 25(5):829 – 848.
17. Tanaka E, Reddien P. The Cellular Basis for Animal Regeneration. *Developmental Cell* 2011, 21(1):172 – 185.
18. Tripathi A, Dwivedi A, Gupta S, Poojan S. (Eds.). *Inflammation Resolution and Chronic Diseases*. Springer Nature Singapore. 2024.
19. Wang GD, Liu YX, Wang X, Zhang YL, Zhang YD, Xue F. The SDF-1/CXCR4 axis promotes recovery after spinal cord injury by mediating bone marrow-derived from mesenchymal stem cells. *Oncotarget* 2017, 8(7):11629 – 11640.

Vplyv imobilizácie a rehabilitácie na svalové tkanivo

Effect of immobilisation and rehabilitation on muscle tissue

MVDr. Magdaléna Török
doc. MVDr. Mária Kuricová, PhD.

Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach
Klinika malých zvierat, Univerzitná veterinárna nemocnica
Komenského 73, 041 81, Košice

Súhrn

Imobilizácia po úraze, operácii alebo pri dlhodobom ležaní nie je pre svaly neutrálnym stavom. Práve naopak, spúšťa rýchle a významné zmeny, ktoré ovplyvňujú ich silu, štruktúru aj metabolizmus. Tieto procesy začínajú veľmi skoro a môžu komplikovať návrat k pohybu, ak sa s nimi v rehabilitácii nepočíta. Preto je dôležité myslieť na vplyv nečinnosti na svaly pri každom pacientovi po operácii či dlhšej imobilizácii a pristupovať k remobilizácii cielene, postupne a s porozumením toho, čo sa vo svaloch deje a prečo.

Kľúčové slová: atrofia, nečinnosť, pohyb, remobilizácia

Summary

Immobilization following injury, surgery, or during prolonged bed rest is not a neutral state for muscles. On the contrary, it triggers rapid and significant changes that affect their strength, structure, and metabolism. These processes begin very early and can complicate the return to movement if they are not considered in rehabilitation. Therefore, it is important to take into account the effects of inactivity on muscles in every patient after surgery or longer immobilization and to approach remobilization in a targeted, gradual manner, with an understanding of what is happening in the muscles and why.

Key words: atrophy, inactivity, movement, remobilisation

Úvod

Svalový systém patrí medzi najdynamickejšie tkanivá ľudského tela. Dokáže veľmi rýchlo reagovať na záťaž, ale rovnako citlivo aj na jej absenciu. Imobilizácia končatiny, či už v dôsledku úrazu, operácie alebo ochorenia, má zásadný vplyv na štruktúru a funkciu svalov. Už po krátkom období nepoužívania dochádza k výraznému poklesu

svalovej sily, ktorý je spôsobený zmenšením svalových vlákien a znížením ich napätia. Paralelne s tým sa zhoršuje aj odolnosť svalov voči únave, čo sa prejavuje rýchlejším vyčerpaním pri minimálnej záťaži.

Na biochemickej úrovni vedie imobilizácia k zníženiu zásob energetických substrátov vo svaloch, najmä glykogénu a adenosíntrifosfátu (ATP). Po obnovení pohybu sa tieto zásoby vyčerpávajú rýchlejšie než predtým, pričom narastá tvorba laktátu a klesá schopnosť svalov efektívne využívať tuky ako zdroj energie. Najvýraznejšia strata svalovej hmoty nastáva v úplne počiatočných fázach po znehybnení. Už po šiestich hodinách je možné pozorovať zníženie syntézy svalových bielkovín, čo vedie k postupnej atrofii svalového tkaniva.

Aj keď je rehabilitácia nevyhnutná na obnovenie funkcie svalov, jej načasovanie a intenzita musia byť starostlivo riadené. Príliš rýchla remobilizácia a agresívne cvičenie po období nečinnosti totiž neohrozujú len svaly, ale aj kĺby, najmä kĺbovú chrupku. Zvýšená mechanická záťaž môže prekročiť hranicu, ktorú je chrupka schopná tolerovať, čo môže viesť k jej poškodeniu. Preto je pri návrate k pohybu dôležité rešpektovať fyziologické limity tela a postupne zvyšovať záťaž tak, aby podporovala regeneráciu bez rizika ďalšieho poškodenia.

Reakcia svalov na imobilizáciu

Imobilizácia kostrového svalstva vedie k výrazným štrukturálnym a funkčným zmenám, ktoré sa prejavujú predovšetkým svalovou atrofiou a poklesom svalovej sily. Dobrou správou je, že väčšina týchto zmien je reverzibilná, čo znamená, že pri vhodne nastavenej rehabilitácii je možné svalové vlastnosti do veľkej miery obnoviť. U ľudí sa často uvádza orientačné pravidlo, že obdobie remobilizácie zodpovedá približne dvojnásobku trvania imobilizácie. To znamená, že na návrat obvodu a funkcie končatiny k normálnym hodnotám je potrebný

približne dvakrát dlhší čas, než trvala nečinnosť (nepoužívanie končatiny). Počas imobilizácie dochádza k atrofii svalových vlákien, pričom najčastejšie sú postihnuté vlákna typu I. Ide však o reverzibilnú zmenu a pomer jednotlivých typov vlákien sa počas imobilizácie ani následného zotavovania zásadne nemení.

Výrazný vplyv imobilizácie na svalovú hmotu potvrdzujú aj experimentálne štúdie na zvieratách. Napríklad u psov plemena bígľ, ktoré podstúpili vonkajšiu fixáciu končatiny počas 10 týždňov bol zaznamenaný približne 60% pokles svalovej hmoty meraný ako obvod svalov. Po päťtýžňovom období remobilizácie došlo len k čiastočnému zlepšeniu (približne 70%). Podobný trend bol pozorovaný aj pri priemeroch svalových vlákien typu I aj typu II v *m. vastus lateralis* meraných histologicky, čo poukazuje na rozsiahly vplyv dlhodobej nečinnosti na svalovú štruktúru (Lieber a kol., 1989). Tieto výsledky naznačujú, že úplné obnovenie svalovej veľkosti po dlhodobej imobilizácii nemusí byť krátkodobod dosiahnuteľné bez cielenej rehabilitácie.

Remobilizácia

Po období imobilizácie zohráva remobilizácia kľúčovú úlohu pri obnove svalového tkaniva. Štúdie ukazujú, že už samotný návrat k pohybu, najmä vo forme chôdze alebo chôdze na bežiacom páse, vedie k výraznému zlepšeniu svalovej morfológie. Postupne sa obnovuje normálna veľkosť svalových vlákien, zvyšuje sa hustota kapilár a normalizuje sa distribúcia jednotlivých typov svalových vlákien.

Porovnanie tréningu rôznej intenzity po imobilizácii naznačuje, že vyššia intenzita pohybovej aktivity je účinnejšia pri návrate svalov k ich pôvodným vlastnostiam než tréning s nízkou intenzitou. To poukazuje na význam správne zvoleného zaťaženia počas rehabilitácie.

Z hľadiska tréningových prístupov možno rozlišovať dva hlavné typy adaptácie:

Vytrvalostný tréning primárne nemení počet ani veľkosť svalových vlákien, ale významne zlepšuje ich metabolické vlastnosti. Zvyšuje sa schopnosť ukladať glykogén, efektívnejšie sa využíva ATP a zlepšuje sa syntéza svalových bielkovín (proteogenéza), čo vedie k lepšej odolnosti voči únave.

Silový tréning je založený na krátkych, intenzívnych kontrakciách s výrazným podielom anaeróbnej energetickej produkcie. Aktivácia enzýmov zapojených do glykolýzy a glykogenolýzy vedie k nárastu svalovej sily a postupnému zväčšovaniu svalovej hmoty (hypertrofii).

Výskumy na zvieracích modeloch ukazujú, že

po niekoľkých týždňoch imobilizácie môže byť potrebný až trojnásobne dlhší čas remobilizácie, aby sa obnovili normálne štrukturálne vlastnosti väziva. V niektorých prípadoch, napríklad po chirurgických zákrokoch typu TPLO, môže úplná normalizácia komplexu väzivo–tibia trvať až jeden rok. Na rozdiel od svalov sa mechanické vlastnosti imobilizovaných väzov pomerne rýchlo vracajú k normálu. Napriek tomu však zaťaženie až do bodu zlyhania komplexu kosť–väzivo–kosť zostáva, čo naznačuje asynchrónne hojenie celého systému (Thomopoulos a kol., 2015).

Tieto poznatky zdôrazňujú, že návrat k plnej funkcii nie je len otázkou svalov, ale aj postupnej adaptácie spojivových tkanív. Keďže svaly, šľachy, väzy a chrupka reagujú na imobilizáciu aj remobilizáciu odlišným tempom, samotný „návrat k pohybu“ nestačí. Vyžaduje si to cielene plánovanú rehabilitáciu, ktorá zohľadňuje nielen obnovu svalovej sily a vytrvalosti, ale aj postupnú adaptáciu všetkých tkanív.

Rehabilitácia po imobilizácii svalov

Po období imobilizácie nie je návrat k pohybu len otázkou času, ale hlavne správne zvoleného typu tréningu a plánu rehabilitácie. Rôzne formy pohybovej aktivity vyvolávajú odlišné adaptačné mechanizmy vo svaloch, šľachách, väzoch aj chrupke. V rehabilitácii sa preto zvyčajne rozlišujú dva základné smery cvičenia – **vytrvalostný tréning** a **silový tréning**, ktoré sa často kombinujú, ale majú odlišné ciele a účinky na svalové tkanivo.

Vytrvalostný tréning je zameraný najmä na zlepšenie metabolických vlastností svalov a ich odolnosti voči únave. Nevedie primárne k zväčšeniu svalových vlákien, ale podporuje ich funkčnú kvalitu a energetický potenciál.

Typické formy vytrvalostnej rehabilitácie psov sú:

- chôdza na suchom páse alebo po rovine s postupným zvyšovaním času a tempa
- chôdza na podvodnom páse (hydroterapia) - znižuje záťaž na kĺby vďaka vztľaku vody, zároveň poskytuje odpor pre svaly, zlepšuje rozsah pohybu aj svalovú vytrvalosť
- plávanie - minimálna nárazová záťaž na chrupku a väzy, vhodné pri artróze alebo po ortopedických zákrokoch.

Vytrvalostný tréning vyvoláva predovšetkým metabolické a funkčné adaptácie svalového tkaniva, ktoré zvyšujú jeho efektivitu pri dlhodobej záťaži. Dochádza k zvýšeniu zásob svalového glykogénu a k efektívnejšiemu využívaniu ATP, čo umožňuje svalom pracovať dlhšie bez rýchleho vyčerpania energetických zdrojov. Zároveň sa zlepšuje kapilarizácia svalov, čím sa podporuje lepšie zásobovanie

tkanív kyslíkom a živinami. Vytrvalostná záťaž tiež zvyšuje schopnosť svalov oxidovať mastné kyseliny ako zdroj energie, čo prispieva k vyššej odolnosti voči únave.

Silový tréning je zameraný na zvýšenie svalovej sily a objemu prostredníctvom krátkych, intenzívnych kontrakcií s vyšším odporom. Stimuluje najmä anaeróbne energetické procesy a zvyšuje aktivitu enzýmov zapojených do glykolýzy a glykogenolýzy. Výsledkom je hypertrofia svalových vlákien, nárast svalovej pevnosti a zlepšenie schopnosti rýchlej a účinnej svalovej kontrakcie, čo je dôležité pri obnove funkcie pohybu po imobilizácii.

V rehabilitácii psov sa silový tréning zavádza postupne podľa stavu pacienta, typu poranenia a fázy hojenia. Zahŕňa kontrolované cvičenia proti odporu, ako je chôdza do kopca, cvičenia na nestabilných podložkách (balančné cvičenia), používanie elastických pásov, alebo cieľená neuromuskulárna elektrická stimulácia (NMES). Cieľom je aktivovať oslabené svaly, obnoviť ich silu a zlepšiť stabilitu kĺbov bez preťaženia šliach, väzov a chrupky. Záťaž sa zvyšuje pomaly a systematicky, aby sa podporila bezpečná adaptácia svalov a funkčný návrat psa k pohybu.

Po ortopedických a neurochirurgických operáciách u psov sa rehabilitácia zvyčajne začína skôr pohybovo-vytrvalostnými aktivitami a až následne prechádza do cielenejšieho silového tréningu. V prvých týždňoch prevažuje kontrolovaná chôdza, často doplnená o podvodný pás a jemné cvičenia na rozsah pohybu, ktoré podporujú hojenie tkanív a obnovu správneho pohybového stereotypu bez preťaženia. Postupne, zhruba od 6. týždňa, sa pridávajú prvky silového tréningu zamerané na posilnenie oslabených svalov a stabilizáciu kĺbov, pričom záťaž sa zvyšuje pomaly a systematicky. V neskorších fázach rehabilitácie už silový tréning zohráva dominantnejšiu úlohu pri návrate k plnej funkcii končatiny (Millis a Levine, 2013).

Elektroterapia v rehabilitácii

Súčasťou rehabilitácie po imobilizácii sú okrem pohybových cvičení aj fyzikálne metódy, medzi ktoré patrí elektrická stimulácia svalov a nervov. Dve najčastejšie využívané formy sú transkutánná elektrická nervová stimulácia (TENS) a neuromuskulárna elektrická stimulácia (NMES), ktoré majú odlišné ciele a mechanizmy účinku.

TENS je primárne zameraná na senzorické nervové vlákna, ktoré prenášajú bolestivé podnety smerom do CNS. Používa sa najmä na zvládnutie akútnej aj chronickej bolesti v dôsledku poranenia mäkkých tkanív, poškodenia nervov alebo svalov. Elektrické impulzy sú aplikované na povrch kože,

kde stimulujú povrchové nervy a cielene tlmia prenos signálov bolesti do mozgu. Ak sa použije vyššia intenzita prúdu, TENS môže vyvolať svalové fascikulácie alebo slabé kontrakcie, avšak jeho primárnym účelom nie je svalová aktivácia, ale úľava od bolesti. Preto sa zvyčajne nastavuje na komfortnú, nebolestivú úroveň, ktorú pacient dobre toleruje.

Naopak, **NMES** je zameraná priamo na sval prostredníctvom stimulácie motorických nervov. Elektrické impulzy vyvolávajú aktívnu kontrakciu svalových vlákien, pričom intenzita stimulácie určuje silu kontrakcie. Čím vyššia intenzita, tým výraznejšie svalové stiahnutie. Pomocou viacerých elektród môžeme cielene aktivovať jednotlivé svaly alebo celé svalové skupiny, čo umožňuje lepšiu kontrolu pohybu a cieľenú svalovú reedukáciu. NMES sa využíva najmä u pacientov so svalovou slabosťou, po dlhodobej imobilizácii alebo pri neurologických poruchách. Pomáha obnoviť schopnosť svalov sa kontrahovať a relaxovať, čím prispieva k nárastu svalovej sily, prevencii svalovej atrofie, zlepšeniu rozsahu pohybu a zníženiu svalových kŕčov či spasticity.

Klinické štúdie s použitím TENS u psov napríklad skúmali jej vplyv na chôdzu u psov s osteoartrózou, hoci prínosy v parametroch pohybu neboli štatisticky významné. NMES je bežne používaná v rehabilitácii psov po ortopedických a neurologických zákrokoch na posilnenie atrofovaných svalov a zlepšenie svalovej funkcie. Objektívne dôkazy z randomizovaných kontrolovaných štúdií sú však doteraz obmedzené a vyžadujú ďalší výskum. Vo všeobecnosti sa v praxi NMES používa u psov pri slabosti svalov, prevencii atrofie po operáciách a pri zlepšovaní svalovej funkcie. TENS sa používa tiež pre kontrolu bolesti a podporu hojenia pri ortopedických aj neurologických problémoch (Johnson, 2007; Enoka a kol., 2019; Pedersen a kol., 2024).

Záver

Imobilizácia predstavuje pre svalové tkanivo výrazný zásah, ktorý vedie k rýchlym štrukturálnym, funkčným a metabolickým zmenám. Ako vyplýva z dostupných experimentálnych aj klinických poznatkov, tieto procesy začínajú veľmi skoro po obmedzení pohybu a môžu výrazne ovplyvniť priebeh následnej rekonvalescencie. Hoci je väčšina svalových zmien do určitej miery reverzibilná, ich obnova nie je automatická a závisí od správne zvoleného, časovo primeraného a cielene riadeného rehabilitačného programu.

Remobilizácia a rehabilitácia by preto nemali byť chápané len ako návrat k pohybu, ale ako komplexný proces, ktorý musí zohľadňovať rozdielne adaptačné schopnosti svalov, šliach, väzov a kĺbo-

vej chrupky. Vytvalostný a silový tréning predstavujú základné piliere rehabilitácie, pričom ich kombinácia a postupné zvyšovanie záťaže sú kľúčové pre bezpečný návrat funkcie. Fyzikálne metódy, ako TENS a NMES, môžu slúžiť ako vhodný doplnok rehabilitačného procesu, najmä pri zvládání bolesti a prevencii svalovej atrofie.

Pochopenie mechanizmov, ktoré prebiehajú v svalovom tkanive počas imobilizácie a následnej rehabilitácie, je nevyhnutné pre správne plánovanie terapie u pacientov po úrazoch, operáciách alebo dlhodobej nečinnosti. Individuálny a postupný prístup k rehabilitácii zvyšuje šancu na úspešnú

obnovu pohybovej funkcie a minimalizuje riziko sekundárnych komplikácií.

Literatúra

1. Lieber RL, McKee-Woodburn T, Gershuni DH. Recovery of the dog quadriceps after 10 weeks of immobilization followed by 4 weeks of remobilization. *Journal of Orthopaedic Research* 1989, 7(3):408 – 412.
2. Enoka RM, Amiridis IG, Duchateau J. Electrical stimulation of muscle: electrophysiology and rehabilitation. *Physiology* 2019.
3. Johnson M. Transcutaneous electrical nerve stimulation: mechanisms, clinical application and evidence. *Reviews in Pain* 2007, 1(1):7 – 11.
4. Pedersen A, Hyytiäinen HK, Rhodin M, Forterre F, Penell J, Bergh A. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on gait parameters in dogs with osteoarthritis. *Animals* 2024, 14(11):1626.
5. Thomopoulos S, Parks WC, Rifkin DB, Derwin KA. Mechanisms of tendon injury and repair. *Journal of Orthopaedic Research* 2015, 33(6):832 – 839.
6. Millis D, Levine D. Canine rehabilitation and physical therapy. Elsevier Health Sciences 2013.

Lokálna liečba balanopostitídy psa - klinický prípad

MVDr. Miroslav Petřík

Veterinárna poliklinika Tábor, K amfiteátru 8, 08001 Prešov

Súhrn

V súčasnej dobe sa aj na našom pracovisku čoraz častejšie stretávame s výskytom rezistentných bakteriálnych kmeňov, ktoré komplikujú liečbu pacientov limitovaním využiteľných antibiotík. Ďalšími limitujúcimi faktormi môžu byť aj vyšší vek zvieratá, či multiorgánové poškodenie. Uvádzame klinický prípad lokálnej liečby balanopostitídy u psa s využitím prípravku *Vetericyn® VF Hydrogel plus pre hojenie rán* ešte pred stanovením pôvodcu mikrobiologickým vyšetrením so stanovením citlivosti na antibiotiká.

Úvod

Balanopostitída je zápal sliznice penisu a predkožky vyskytujúci sa predovšetkým u psov, u mačiek je zriedkavá. Charakteristickým klinickým príznakom je nadmerný výtok z predkožky, bolesť a olizovanie prepuciálnej oblasti.

Medzi základné predispozičné faktory ochorenia penisu a vnútornej slizničnej výstelky predkožky patria funkčné abnormality penisu (parafimóza, fimóza, priapizmus), zápalové ochorenia (nešpecifická postitída, imunitne sprostredkovaná postitída, infekčná postitída, falitída), fyzikálno-chemické poškodenia (erózia, ulcerácia, trauma - najmä fraktúra os penis), polypózne útvary, hyperplázia, neoplastické zmeny, kongenitálne anomálie (hypoplázia, hypospádia), infekcie močových ciest a urolitiáza.

Klinický prípad:

Nacionálie: pes, samec, Follie, pudel stredný, 13 rokov

Anamnéza: Majiteľ udáva, že pes si tri dni nadmerne olizuje predkožku a má opuch prepuciálnej oblasti.

Klinické vyšetrenie: Vyšetrením potvrdený mierny opuch predkožky a erytematózne zmeny charakteru petéchií najmä v okolí orificia močovej rúry (**Obr.č.1**). Prítomný hlienovo-hnisavý výtok z predkožky sa hromadil na vnútornej ploche panvových končatín. Pes vykazoval mierny diskomfort pri vyšetrowaní predkožky a penisu.

Penis a predkožka boli dôkladne vyšetrené až po úroveň fornixu na odhalenie predispozičného faktoru. Aplikovali sme fyziologický roztok (0,9% NaCl) cez rigidný endoskop. Vyšetrením bolo vyhlúčené poranenie. Vyšetrenie sme vykonali bez sedácie.

Laboratórne vyšetrenie: Súčasťou vyšetrenia bolo aj hematologické (**Obr.č.2**), biochemické (**Obr.č.3,4**) a cytologické vyšetrenie z odtlačkového preparátu z penisu a predkožky.

Po fixácii odtlačkového preparátu a následnom ofarbení mikroskopickým vyšetrením boli zistené početné neutrofilie a ojedinelé erytrocyty.

Mikrobiologickým vyšetrením zo steru z prepucia sa potvrdili patogény *Haemophilus haemoglobinophilus* a po pomnožení *Staphylococcus intermedius*.



Obr.č.1 - Erytematózne zmeny charakteru petéchií na penise pred liečbou. Zdroj: MVDr. Miroslav Petrik

Test	Výsledky	Referenční Interval
Catalyst One (6. října 2025 15:27)		
GLU	5,19 mmol/L	3.89 - 7.95
CREA	68 µmol/L	44 - 159
UREA	7,1 mmol/L	2.5 - 9.6
BUN/CREA	26	
PHOS	1,71 mmol/L	0.81 - 2.20
CA	1,94 mmol/L	1.98 - 3.00
TP	72 g/L	52 - 82
ALB	36 g/L	22 - 39
GLOB	36 g/L	25 - 45
ALB/GLOB	1,0	
ALT	168 U/L	10 - 125
ALKP	615 U/L	23 - 212
GGT	9 U/L	0 - 11
TBIL	3 µmol/L	0 - 15
CHOL	5,40 mmol/L	2.84 - 8.26
AMYL	767 U/L	500 - 1500
LIPA	458 U/L	200 - 1800

Obr.č.3 - Biochemické vyšetrenie. Zdroj: MVDr. Miroslav Petrik

Speed Reader	
Owner :	
Animal : Follie	
Species : Dog	
Animal ID :	
Date : 2025-10-06	
Time : 15:26:39	
Test : CPSE	
Lot : BPUYC02VB	
Exp. : 2026.06.14	
Result : 71.98 ng/mL	

Obr.č.4 - Vyšetrenie CPSE s pozitívnym výsledkom na benignú hypertrofiu prostaty. Zdroj: MVDr. M.Petrik

Bakteriálne kultúry z predkožky sa niekedy ťažko interpretujú kvôli prítomnosti fyziologickej mikroflóry predkožky, ale v našom prípade prítomnosť *H. haemoglobinophilus* a *S. intermedius* svedčí o výraznej dysbióze a pomnožení patogénov (Obr.č.5).

Terapia.

Vzhľadom na vek a polymorbiditu psa (chronická pankreatitída a hepatopatia, benígna hypertrofia prostaty a opakované uroinfekty) bola lokálna te-

Test	Výsledok	Referenčné hodnoty
WBC	7,87 10 ³ /uL	5,32 - 16,92
BAS#	0,01 10 ³ /uL	0 - 0,13
BAS%	0,1 %	0 - 0
NEU#	4,9 10 ³ /uL	3,05 - 12,1
NEU%	62,2 %	0 - 0
EOS#	0,4 10 ³ /uL	0,04 - 1,28
EOS%	5,1 %	0 - 0
LYM#	2,09 10 ³ /uL	0,7 - 4,95
LYM%	26,5 %	0 - 0
MON#	0,48 10 ³ /uL	0,2 - 1,38
MON%	6,1 %	0 - 0
RBC	6,78 10 ⁶ /uL	5,2 - 8,69
HGB	15,6 g/dL	11,5 - 20,1
MCV	70 fL	60 - 77,5
MCH	23 pg	20 - 27
MCHC	32,8 g/dL	30 - 38
RDW-CV	14,2 %	11,3 - 18,9
RDW-SD	37,3 fL	29,1 - 55,1
HCT	47,5 %	35 - 60
PLT	321 10 ³ /uL	140 - 520
MPV	10,2 fL	7,6 - 16,1
PDW	15,9	13,8 - 17,9
PCT	0,328 %	0,12 - 0,7
RET#	109,2 10 ³ /uL	9 - 115
RET%	1,61 %	0,16 - 1,95
IRF	33,2 %	0 - 45,1
RBC-O	6,55 10 ⁶ /uL	0 - 0
PLT-O	321 10 ³ /uL	0 - 0
PLT-I	270 10 ³ /uL	0 - 0
WBC-D	7,87 10 ³ /uL	0 - 0
PDW-SD	12,3 fL	0 - 0
IPF	2,6 %	0,4 - 17,1
IPF#	8 10 ⁹ /L	0 - 0
MRV	88,1 fL	0 - 0
RHE	24,7 pg	20 - 28,3
WBC-O	7 10 ³ /uL	0 - 0
RPI	1,9	0 - 0
PLCC	74 10 ³ /uL	25 - 180
PLCR	22,9 %	10 - 57

Obr.č.2 - Hematologické vyšetrenie. Zdroj: MVDr. Miroslav Petrik

rapia prípravkom *Vetericyn® VF Hydrogel plus* zahájená ešte pred dorúčením výsledku mikrobiologického vyšetrenia.

Prípravok *Vetericyn® VF Hydrogel plus* bol zvolený pre jeho účinnosť na baktérie, vírusy a plesne, zároveň neškodnosť pre zdravé tkanivo. Ochranný golier bránil olizovaniu slizničnej zmeny.

Vyšetrení: Ster z prepúcia (Materiál: prepúcium)

Aeróbná kultivácia

Nález: **Haemophilus haemoglobinophilus**

* Score: 1,72; ** MatchQual: +; *

Kvalitatívna citlivosť na ATB:

PEN- AM+ AMC+ CFZ- CPD+ CFO+

ENR+ MAR+ TET+ FLO+ CMP+

Ak je testovaný ampicilín, výsledok platí aj pre amoxicilín.

Ak je testovaný tetracyklín, výsledok platí aj pre doxycyklín.

Pomnoženie aeróbnej kultivácie

Nález: **Staphylococcus intermedius**

Kvantitatívna citlivosť v mg/l:

AMP>32- AMSI+ OXA0,25+ ERY>8- CLI2- CIP0,25?

TET0,125+ COT0,125+ FUR8m

Kvalitatívna citlivosť na ATB:

CFO+ CPD+ VAN+

Ak je testovaný ampicilín, výsledok platí aj pre amoxicilín.

Ak je testovaný ciprofloxacín, výsledok platí aj pre enrofloxacin a marbofloxacín.

Ak je testovaný tetracyklín, výsledok platí aj pre doxycyklín.

Kultivácia na kvasinky

Nález: negat.

Kultivácia na Gardnerella vaginalis

Nález: negat.

Obr.č.5 - Mikrobiologické vyšetrenie.

Zdroj: MVDr. Miroslav Petřík

Vetericyn® VF Hydrogel plus bol aplikovaný dvakrát denne a 3. deň liečby bolo pozorované výrazné zlepšenie klinického stavu a 10. deň liečby klinické zmeny boli na penise a prepúciu vo významnej regresii (Obr.č.6).

Záver

Mikrobiologické vyšetrenie je potrebné vykonať pred aplikáciou akejkoľvek a najmä antibiotickej liečby. V našom klinickom prípade postačovala lokálna aplikácia *Vetericyn® VF Hydrogel plus* so žiaducim efektom a bez potreby aplikácie systémových antibiotík.



Obr.č.6 - 10. deň lokálnej liečby.

Zdroj: MVDr. Miroslav Petřík

Vetericyn® VF Hydrogel plus neštípe, nedráždi a je bezpečný na sliznice. Výrazne podporuje proces hojenia a stimuluje imunitný systém zvierat'a, a to bez vedľajších účinkov a alergických reakcií. Lokálna liečba je veľmi dobrou alternatívou k systémovej antibiotickej terapii pri aktuálnej miere výskytu rezistentných bakteriálnych kmeňov. Systémová antimikrobiálna liečba je možná, ale v našom prípade lokálna bola účinná ešte pred dodaním výsledku mikrobiologického vyšetrenia.



Objavte nový rad

GLUTAMAX[®]

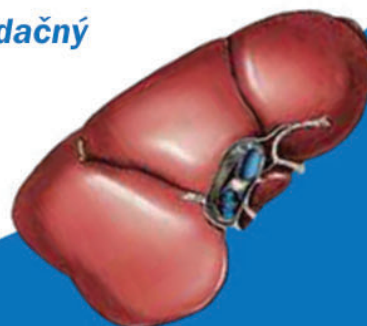
advanced

Podpora funkcie pečene v prípade
chronickej pečenej nedostatočnosti



**5 ÚČINKOV
NA OBNOVU
NORMÁLNEJ FUNKCIE
PEČENE**

- 1 **Hepatoprotektívny**
- 2 **Antioxidačný**
- 3 **Antitoxický**
- 4 **Antifibrotický**
- 5 **Metabolický**



Jediný s obsahom S-acetyl-glutatiónu
prírodného pôvodu
zo *Saccharomyces cerevisiae*

Doplnkové krmívo na osobitné výživové účely
pre psy a mačky

Candioli
PHARMA



Acare
in the best care

Distribútor pre SR:

Acare s.r.o., Hraničná 552/5, 922 10 Trebatice | www.acare.sk
0800 183 801 | +421 33 5586 778 | acare@acare.sk

KLINICKÁ ŠTÚDIA¹

ŠTÚDIA ÚČINNOSTI GRANULOVANEJ DIÉTY ROYAL CANIN® URINARY S/O + BLADDER COMFORT PRE DOSPELÉ MAČKY NA IDIOPATICKÚ CYSTITÍDU MAČIEK

Cieľom tejto terénnej štúdie bolo vyhodnotiť účinnosť novej granulovanej diéty ROYAL CANIN® URINARY S/O + CALM (BLADDER COMFORT) DRY ADULT na liečbu idiopatickej cystitídy mačiek (FIC). 6 mesiacov trvajúca štúdia sa uskutočnila vo Francúzsku; 6 veterinárnych klinik prijala a ukončilo celkovo 12 prípadov. Jedna mačka bola na začiatku štúdie vylúčená, pretože majiteľ nereagoval a veterinárny lekár nedokončil diagnostiku.

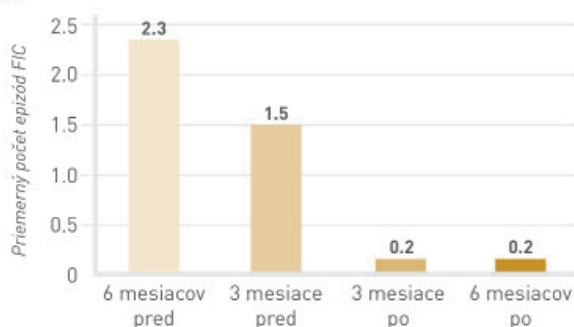
Účastníci štúdie: Dospelé mačky vo veku 1–7 rokov • skóre telesnej kondície: BCS < 7
• zdravé na základe anamnézy a klinického vyšetrenia • nevykazujúce žiadne iné zdravotné problémy • ktoré mali kompletnú diagnózu FIC počas predchádzajúcich 12 mesiacov (vrátane vyšetrenia moču a snímky močového mechúra) • najmenej 2 epizódy FIC počas posledných 6 mesiacov. (Epizóda je definovaná ako aspoň dva klinické príznaky FIC v trvaní viac ako jeden deň [hematúria, dysúria, strangúria, polakisúria], • podávanie granulovanej krmiva (vzhľad krmiva je akceptované, maximálne 4 čajové lyžičky/deň) • absencia (v priebehu posledného mesiaca) zmien prostredia a liečby • súčasný prístup ku kľúčovým zdrojom obohatenia (vrátane podstielky pre mačky, krmiva, vody, úkrytu a miesta na spanie, hračky atď.). Zoznam základných zdrojov bol poskytnutý veterinárnym lekárom a majiteľom.

Hodnotenie: Mesačne (formou telefonického rozhovoru veterinárneho lekára s majiteľmi a štvrtročné kontroly): Zdravie močových ciest (epizódy FIC, priemerné trvanie epizód, klinické príznaky a závažnosť, lekárska starostlivosť). Strávitelnosť (prostredníctvom hodnotenia stolice), chuť do jedla a smäd.

Ďalšie informácie zozbierané pri štvrtročnom sledovaní (3 a 6 mesiacov):
• Dotazník o kvalite života • hodnotenie chutnosti a tolerance krmiva • hmotnosť, hodnotenie telesnej kondície (pri začatí a po 3 mesiacoch) • emocionálny stav mačky (na základe upraveného validovaného dotazníka) • spokojnosť veterinárneho lekára a majiteľa a ochota používať produkt (podľa majiteľa).



POČET EPIZÓD FIC



► 10/12 mačiek sa dostalo z 2 epizód pred štúdiu na 0 počas trvania štúdie



POČET A ZÁVAŽNOSŤ KLINICKÝCH PRÍZNAKOV FIC

► U 2 mačiek, ktoré mali epizódy počas trvania štúdie sa znížil počet aj závažnosť príznakov.

ID	Počet epizód FIC		Počet príznakov		Závažnosť príznakov ²	
	Pred	Po	Pred	Po	Pred	Po
ETE04	2 (>5d)	1 (2d)	4	1	2	1
CS001	5 (3d)	1 (2d)	3	3	2	0

¹ 'závažnosť' hodnotili majitelia na stupnici 0–5 bodov (0 = nulová závažnosť, 5 = vysoko závažné)

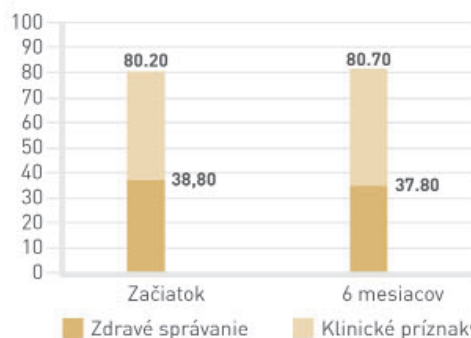
► V prvom prípade bol počet príznakov na epizódu nižší a závažnosť týchto príznakov bola nižšia.
► V druhom prípade bol počet príznakov stabilný, ale závažnosť bola nižšia.

V globále (všetky skupiny), sa priemerný počet príznakov FIC významne znížil z 3,5 pred začlenením do štúdie na 0,3 po začlenení (p<0,001).



KVALITA ŽIVOTA (QOL)²

► Celkové skóre kvality života **zostalo stabilné** počas celého trvania štúdie.



²Zdravé správanie: vyhľadávanie pozornosti, spokojnosť, prejavy náklonnosti, zvuky vyjadrujúce šťastie, záujem o okolie, „masírovanie“ labkami, starostlivosť o srst', bystrosť a ostražitosť.

³Klinické príznaky: celkové zdravie, stonanie v núdzi, choroba a zvracanie, nedostatok aktivity a nízka hladina energie, abnormálne množstvo vypitej vody, zdravý apetít, úbytok hmotnosti alebo vystúpené kosti, viac spánku ako zvyčajne.



CHUTNOSŤ & TOLERANCIA DIÉTY

► **83%** majiteľov (10/12) nahlásilo, že diéta mačke **veľmi chutila**.
► **100%** majiteľov (10/12) nahlásilo, že mačka diétu **oceňovala vysoko**.
► **66%** majiteľov (8/12) hlásilo, že **konzistencia stolice** u mačky bola počas celého trvania štúdie **optimálna**.³

Počas trvania štúdie bola pozorovaná miene tvrdšia stolica, ale vo všeobecnosti bola diéta mačkami dobre tolerovaná.



SPOKOJNOSŤ MAJITEĽOV A VETERINÁRNYCH LEKÁROV

► **100%** majiteľov a veterinárnych lekárov **vyjadrilo spokojnosť s diétou**.
► **92%** majiteľov (11/12) potvrdilo, že by diétu s pravdepodobnosťou **podávali naďalej**, ak by mohli.

¹ Royal Canin Veterinary Diet Urinary Calm (Bladder Comfort), 2020 Internal study, data on file. ² Tatlock, Sophie; Gobet, Margaret; Williamson, Nicola; Arbuckle, Rob (2017). Development and preliminary psychometric evaluation of an owner-completed measure of feline quality of life. The Veterinary Journal, 228(1), 22–32. doi:10.1016/j.tvjl.2017.10.005 ³ Monahan, G. (2011). The Waltham faeces scoring system – A tool for veterinarians and pet owners: How does your pet rate? Waltham Focus, 11, 24–26.

*Informácie o distribučných podmienkach pre produkty zaradené do programu Clinical Alliance získate u svojho obchodného zástupcu.



Umelá inteligencia ako pomocník veterinárneho lekára

Artificial Intelligence as a Veterinary Assistant

doc. MVDr. Mária Kuricová, PhD.

Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach
Klinika malých zvierat, Univerzitná veterinárna nemocnica
Komenského 73, 041 81, Košice

Súhrn

V posledných rokoch sa pojem umelá inteligencia (artificial intelligence – AI) objavuje čoraz častejšie nielen v technických alebo medicínskych odboroch, ale aj v každodennej komunikácii. Mnohí z nás ju stále vnímajú ako niečo vzdialené, náročné alebo určené len pre technologické centrá budúcnosti. V skutočnosti však ide o súbor nástrojov, ktoré sa postupne udomáňujú aj v našom veterinárnom prostredí, síce často nenápadne, ale o to s väčším prínosom.

Cieľom tohto článku nie je propagovať revolučnú zmenu praxe, ale ukázať niekoľko konkrétnych a realistických spôsobov, ako môže AI slúžiť veterinárnym lekárom ako nenápadný pomocník bez toho, aby zasahovala do ich odborného úsudku alebo autonómie.

Kľúčové slová: diagnostika, digitálne technológie, klinické rozhodovanie

Summary

In recent years, the term artificial intelligence (AI) has been appearing more and more frequently, not only in technical or medical fields, but also in everyday communication. Many still perceive it as something distant, demanding or reserved only for the technological centers of the future. In reality, however, it is a set of tools that are gradually becoming established in our veterinary environment, often subtly, but with increasing benefits. The aim of this article is not to promote a revolutionary change in practice, but to show some concrete and realistic ways in which AI can serve as a discreet assistant to veterinarians without interfering with their professional judgment or autonomy.

Keywords: diagnostics, digital technologies, clinical reasoning

Spracovanie informácií a dokumentácie

Jednou z najčastejších aplikácií AI v dennej veterinárnej praxi je automatizácia rutinných úloh, ako je evidencia pacientov, zápis klinických záznamov alebo sumarizácia anamnézy. V praxi to vyzerá nasledovne: veterinárny lekár nadiktuje poznámku do mobilného zariadenia a AI z nej vytvorí štruktúrovaný záznam do karty pacienta. Alebo na základe vstupných údajov (vek, plemeno, symptómy) systém pomocou AI predvyplní odporúčaný diagnostický postup, ktorý potom môže veterinárny lekár upraviť. Výsledkom je úspora času a menej administratívnej záťaže, čo ocení každý, kto denne spracúva množstvo klinických prípadov.

Podpora klinického rozhodovania

Umelá inteligencia v medicíne dnes slúži aj ako doplnkový nástroj pri diagnostike. V humánnej medicíne sú už bežne dostupné nástroje, ktoré pomocou algoritmov vyhodnocujú snímky zo zobrazovacích vyšetrení (RTG, CT, MRI) alebo najrôznejšie laboratórne výsledky.

Aj vo veterinárnej oblasti vznikajú nástroje, ktoré rozpoznávajú vzory na röntgenogramoch (napr. abnormality v kostiach, kĺboch), upozorňujú na možné chyby v dávkovaní liekov podľa hmotnosti zvieraťa alebo odporúčajú diferenciálnu diagnózu na základe vstupných symptómov a anamnézy.

Tieto nástroje však nenahrádzajú klinické rozhodnutie samotného veterinárneho lekára, ale rozširujú jeho pohľad, najmä v prípade všeobecných alebo menej špecifických klinických prejavov ochorení.

Komunikácia s klientmi

Umelá inteligencia môže byť užitočná aj pri zefektívnení našej komunikácie s klientami. Automatické odpovede na najčastejšie otázky

(otváracie hodiny, vakcinácie, príprava pred zákrokmi) kladené klientami telefonicky môže zodpovedať personalizovaná AI asistentka, rovnako môže automatizovane rozposielať SMS alebo e-mailové pripomienky očkovaní a kontrolných vyšetrení, či ponúkať preklady odborných odporúčaní do jazyka zrozumiteľného pre majiteľov zvierat.

Tieto funkcie pomáhajú efektívne znížiť tlak na recepciu, skvalitniť služby a zvýšiť spokojnosť klientov.

Vzdelávanie a aktualizácia vedomostí

Umelá inteligencia pre veterinárnych lekárov slúži dnes ako rýchly zdroj informácií pri štúdiu nových postupov, vyhľadávaní aktuálnych publikácií, porovnaní terapeutických protokolov alebo sledovaní novín v legislatíve. Moderné nástroje dokážu zhrnúť výsledky z viacerých odborných článkov, odporučiť relevantné zdroje podľa zvoleného ochorenia aj vytvoriť vzdelávacie podklady (napr. pre študentov, kolegov, majiteľov).

Najdôležitejšie je, že AI nástroje nehodnotia ani nekritizujú a sú dostupné vždy, keď ich veterinárny lekár potrebuje. Je však nevyhnutné pristupovať k nim s mierou, kritickým myslením a primeraným nadhľadom.

Na čo si dať pri používaní AI pozor

Aj keď má AI veľký potenciál pomáhať nám v rôznych oblastiach, jej využívanie si vyžaduje opatrnosť. Výstupy týchto nástrojov nie sú vždy presné. Môžu vychádzať z neúplných alebo neoverených údajov, a preto ich treba vnímať ako doplnok, nie ako definitívne odporúčanie.

Okrem možnej neúplnosti či nepravdivosti výstupov je potrebné si uvedomiť aj ďalšie riziká spojené s používaním AI nástrojov:

Ochrana údajov – najmä pri práci s údajmi klientov a pacientov je nutné zabezpečiť, aby systém spĺňal základné požiadavky na súkromie a bezpečnosť údajov.

Právna zodpovednosť – zodpovednosť za rozhodnutie v diagnostike, či liečbe stále nesie veterinárny lekár, nie technológia. AI nám môže pomôcť, ale nenesie právnu zodpovednosť za možný výsledok.

Závislosť od technológií – priveľká dôvera v AI bez vlastného úsudku

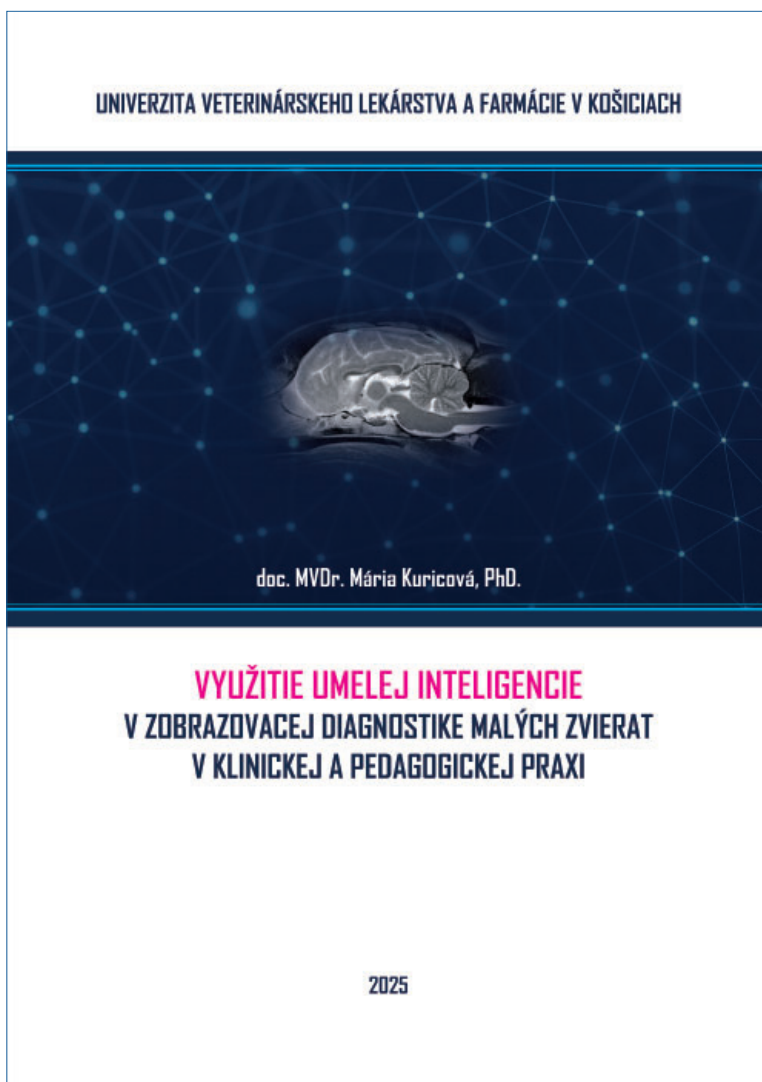
môže viesť k strate kritického myslenia, čo je v medicíne veľmi nebezpečné.

Preto je pri zavádzaní AI do praxe dôležité zachovať rovnováhu medzi inováciou a profesionálnou obozretnosťou. Uvažujme o týchto nástrojoch ako o pomocníkoch, nie ako o náhradách odborníkov. Navyše, s AI je to rovnako ako s ohňom: je to dobrý sluha, ale zlý pán.

Prístup s rozvahou a otvorenou myslou

Umelá inteligencia v praxi nie je módny výstrelok, ale ďalší z mnohých nástrojov, ktoré nám môžu pomôcť robiť našu prácu lepšie, rýchlejšie a efektívnejšie. Neznamena to, že každý musí byť technologický nadšenec, ale je dobré poznať aspoň základné možnosti a rozhodnúť sa, či a ako ich využiť.

Do budúcnosti bude veľmi dôležité, aby sa o tejto téme hovorilo vecne, odborne a bez zbytočného optimizmu alebo obáv. Aj preto by sme radi priniesli v ďalších číslach Infovetu konkrétne ukážky využitia AI v praxi. Privítame Vaše skúsenosti, názory či otázky.



Jeden prístroj, viac možností diagnostiky!

AI-100Vet

Multifunkčný morfológický analyzátor 3(4) v 1 s technológiou umelej inteligencie



Pozrite si AI-100Vet
priamo v praxi



MANAŽMENT OCHORENÍ MOČOVÉHO TRAKTU, KTORÝ VÁM POMÔŽE ZOSTAŤ POKOJNÝM

V spoločnosti Royal Canin si uvedomujeme, že riešenie idiopatickej cystitídy mačiek môže byť náročné. Preto sme sa zaviazali poskytovať veterinárnym odborníkom podporu na uľahčenie diagnostiky a manažmentu FIC.

PODPORA VZDELÁVANIA

S našou podporou
vzdelávania dokážeme
dosiahnuť rýchlejšiu
diagnostiku.



VÝŽIVA NA MIERU

Naše výživné krmivá sú
vytvorené presne na mieru
na riešenie hlavných
rizikových faktorov
FLUTD vrátane FIC.



NEUSTÁLA TAROSTLIVOSŤ

Naše vzdelávacie pomôcky
pomáhajú informovať majiteľov
o príčinách opakovanej FIC,
potrebách mačky
a prínosoch dlhodobej
starostlivosti.

