

Hyperthermiesyndrom

- von den Symptomen bis zur Therapie

PETER CHRISTIAN PONN

TEAM INTERNISTIK

ANICURA RECKLINGHAUSEN

Der Fahrplan des Vortrages

- Physiologie
 - **Wärmebilanz**
 - Hyperthermie VS Fieber
- Pathophysiologie
 - Allgemeines
 - Symptome & Ätiologie
 - Brachycephalie
- Therapie
 - Erstmaßnahmen
 - Diagnostik
 - Weiterführende Überwachung
 - Prognostische Faktoren
- Fallbeispiel

Die Wärmebilanz

DIE THERMISCHE HOMÖOSTASE IM GLEICHGEWICHT

- Säugetier sind homoiotherme Tiere
 - Zum Erhalt einer gleichmäßigen Temperatur muss die Wärmebilanz ± 0 betragen
- Daraus folgt:
 - Wärmeproduktion \pm Wärmeaustausch mit der Umgebung = 0 → Gewünschte, konstante Körpertemperatur
 - Wärmeproduktion \pm Wärmeaustausch mit der Umgebung > 0 → Erhöhung der Körpertemperatur
 - Wärmeproduktion \pm Wärmeaustausch mit der Umgebung < 0 → Senkung der Körpertemperatur
- Zu Beachten:
 - Kleine Tiere haben relativ große Körperoberfläche -> Gefahr der Auskühlung
 - Große Tiere haben relativ kleine Körperoberfläche -> Gefahr der Überhitzung, vor allem in Kombination mit körperlicher Aktivität

Foto: Eric Isselée/stock.adobe.com

Wärmeproduktion

- ▀ Ruhe-Wärmeproduktion
 - Entspricht Grundumsatz des Stoffwechsels bei ruhendem Tier
- ▀ Zusätzlich beeinflusst durch:
 - Fütterung
 - Muskelaktivität
 - Hormonen (u.a. Schilddrüsenhormone)
 - Neuronale Aktivität (Sympathicus)
 - Außentemperatur
 - Etc.
- ▀ Kurzum: Jede zelluläre Aktivität setzt Wärmeenergie frei

Wärmeabgabe

■ Die trockenen Formen

– Konvektion (Wärmetransport)

- Wärmeaustausch durch ein sich bewegendes Medium/Teilchen
- Leistung hängt von Strömungsgeschwindigkeit & Wärmekapazität ab
- Bei Übertemperatur wird durch Vasodilatation der peripheren Hautgefäße und -konstriktion der zentralen Organgefäße (z.B. Leber und Milz) das Blut in die Peripherie geleitet, um Wärme abzugeben

Thermoregulation. In: Breves G, Diener M, Gäbel G, Hrsg. Physiologie der Haustiere.

– Konduktion (Wärmeleitung)

- Wärmeaustausch zwischen zwei Oberflächen mit verschiedener Temperatur bis beide Körper gleichwarm sind

– Radiation (Wärmestrahlung)

- Wärmeabgabe durch elektromagnetische Strahlung im Infrarotbereich

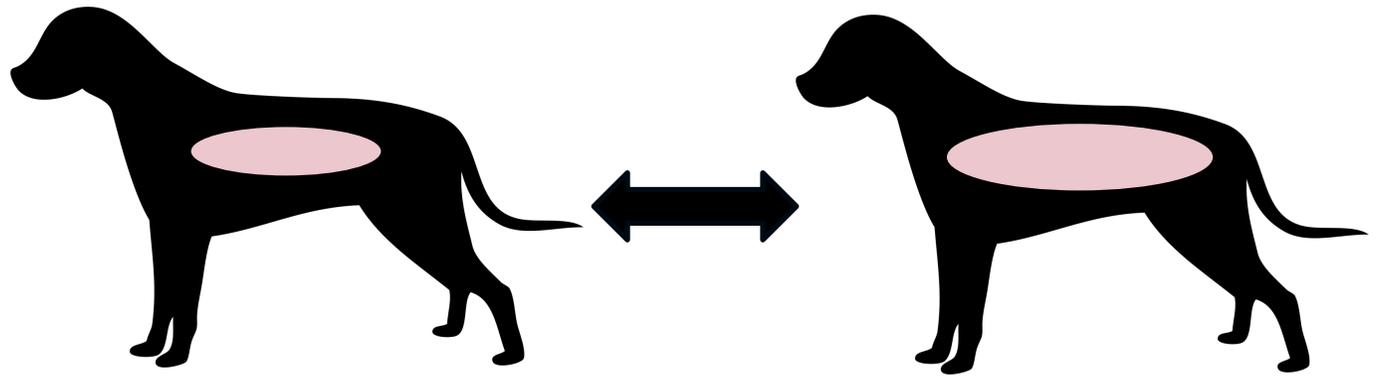
■ Die feuchte Form

– Evaporation („Verdunstungskälte“)

- Wärmeabgabe durch Verdunstung von Wasser auf der Haut oder den Atemwegen
- Einzige Möglichkeit für Tiere Wärme entgegen Temperaturgradienten abzugeben
- Effektivität abhängig von Luftfeuchtigkeit

Temperaturfelder

KÖRPERKERN UND -SCHALE



■ Körperkern

- Eigentlicher „homiotherme“ Bereich
- Bestehend aus Gehirn und den stoffwechselaktiven Organen des Rumpfes
- 9x größerer Einfluss der Rezeptoren auf die hypothalamische Thermoregulation
 - Auch bei externer Kühlung von hyperthermischen Patienten setzt Kältezittern nicht ein, solange der Körperkern überhitzt ist

■ Körperschale

- Variable Temperatur (tiefere Temperatur je weiter entfernt vom Körperkern)
- beinhaltet periphereren Rumpf und Gliedmaßen

■ Genaue Ausdehnung von Körperkern abhängig von Umgebungstemperatur

- Vor allem bei Großtieren von Bedeutung
- Je kühler die Umgebungstemperatur, desto zentralisierter der Körperkern

Der Fahrplan des Vortrages

- Physiologie
 - ✓ ~~Wärmebilanz~~
 - Hyperthermie VS Fieber
- Pathophysiologie
 - Allgemeines
 - Symptome & Ätiologie
 - Brachycephalie
- Therapie
 - Erstmaßnahmen
 - Diagnostik
 - Weiterführende Überwachung
 - Prognostische Faktoren
- Fallbeispiel

Fieber

PYROGENE HYPERTHERMIE

- Zum Großteil durch Pyrogene induziert
 - Exogene: von Bakterien (z.B. Endotoxine), Viren, Pilzen oder nicht-biologischen Ursprung (z.B. Gummiabrieb) hergestellt
 - Endogene: Fiebererzeugende Stoffe infolge Immunreaktionen (z.B. Interleukine oder TNF-alpha)
 - Erhöhen Temperatur-„Sollwert“ des Hypothalamus
 - Auch Ausschüttung von Zytokinen infolge von Tumorerkrankungen oder bei großflächigem Absterben von Körperzellen (z.B. Resorption von großflächigen Hämatomen) kann Fieber induzieren

- Verbessert Abwehrfunktionen und schädigt pathologische Faktoren

„echte“ Hyperthermie

NICHT-PYROGENE HYPERTHERMIE

- Übertemperatur ohne Sollwert-Veränderung des Hypothalamus
- Keine Beteiligung von Pyrogenen
- Ursachen:
 - Umweltbedingt (erhöhte Umgebungstemperatur & Luftfeuchtigkeit)
 - Gestörte Wärmeabgabe
 - Dehydration

Der Fahrplan des Vortrages

- ✓ Physiologie
 - ✓ Wärmebilanz
 - ✓ Hyperthermie VS Fieber
- Pathophysiologie
 - Allgemeines
 - Symptome & Ätiologie
 - Brachycephalie
- Therapie
 - Erstmaßnahmen
 - Diagnostik
 - Weiterführende Überwachung
 - Prognostische Faktoren
- Fallbeispiel

Definitionen

DEUTSCH VS ENGLISH

■ Deutsch:

- Hyperthermiesyndrom (umgangssprachlich: Hitzschlag):
 - Humanmedizin: Körpertemperatur über 40,0 ° C mit zusätzlich neurologischen Auffälligkeiten
 - Veterinärmedizin: Körpertemperatur über 41,0 ° C mit zusätzlich neurologischen Auffälligkeiten

■ Englisch: Einteilung in Stadien

- Heat related illness
 - Heat stress
 - Heat exhaustion
 - Heat stroke

Prädispositionen

- Statistische Prädispositionen:
 - Rassen: Belgische Schäferhunde, Labrador & Golden Retriever, English Bulldogs, Französische Bulldoggen, etc.
 - Tiere > 30 kg Körpergewicht
 - Adipöse Tiere
 - Brachycephalie
 - Rassen mit verspieltem Charakter
 - Arbeitstiere

Prädispositionen

▀ Prädispositionen:

- Rassen: Belgische Schäferhunde, Labrador & Golden Retriever, English Bulldogs, Französische Bulldoggen, etc.
- Tiere > 30 kg Körpergewicht
- Adipöse Tiere
- Brachycephalie
- Rassen mit verspieltem Charakter
- Arbeitstiere

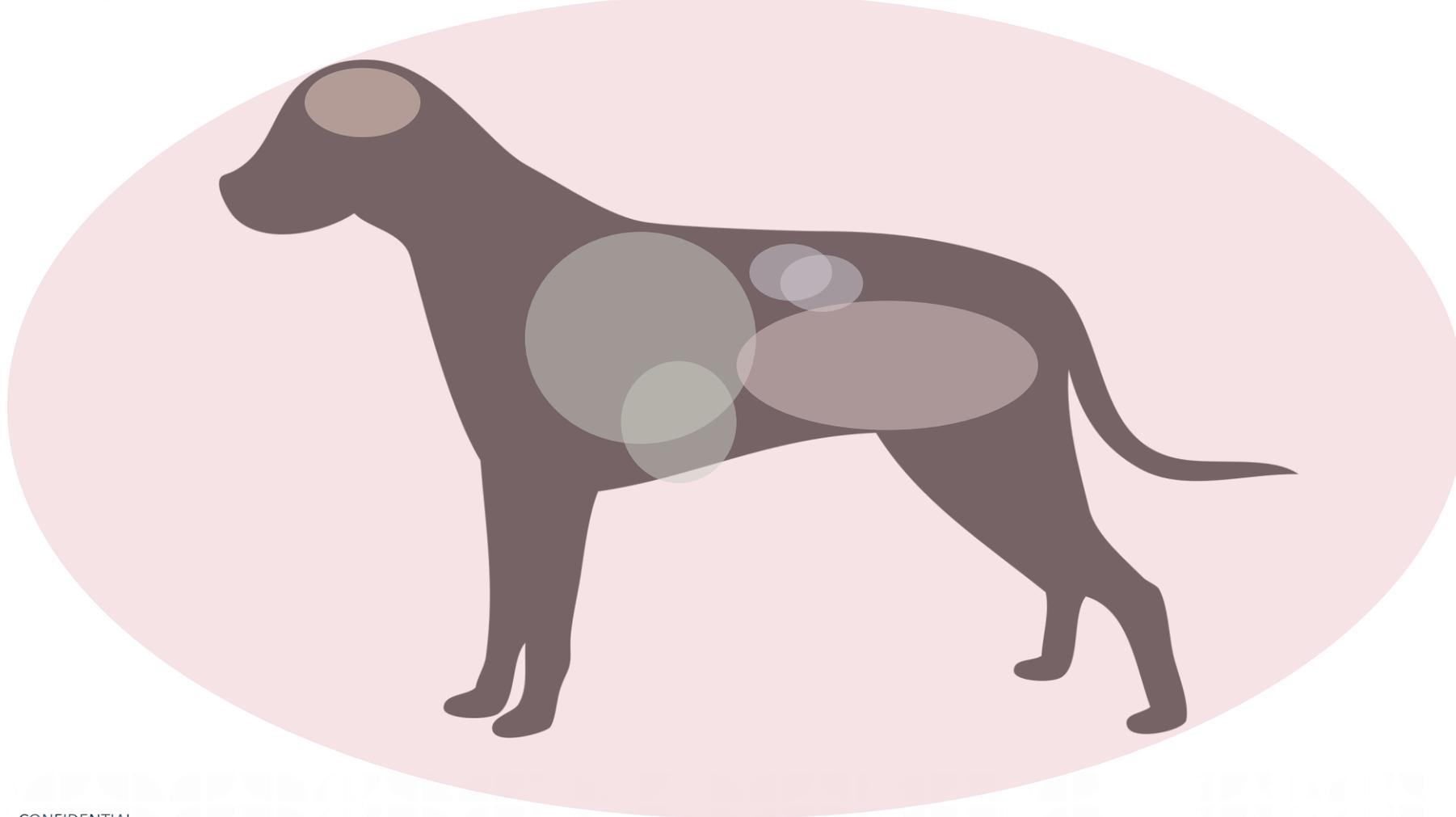
Kurzer Rückblick in die Physiologie:

▀ Zu Beachten:

- Kleine Tiere haben relativ große Körperoberfläche -> Gefahr der Auskühlung
- Große Tiere haben relativ kleine Körperoberfläche -> Gefahr der Überhitzung, vor allem in Kombination mit körperlicher Aktivität

Ausmaß der thermischen Schädigung

SIE SIND GEFRAGT! WELCHE ORGANSYSTEME MACHEN IHNEN SORGEN?



Ausmaß der thermischen Schädigung

KURZ ZUSAMMENGEFASST

- ▀ JEDE Zelle im Körper aufgrund eines Hitzschlages geschädigt, direkt oder indirekt!
 - Direkt: thermische Schädigung der Zelle
 - Indirekt: Hypoperfusion des Gewebes, Sauerstoffmangel, Absterben der Zellen, Bildung von Mikrothromben & kleinen Läsionen in den Blutgefäßwänden
 - Schock -> systemic inflammatory response syndrome (SIRS)
 - Disseminierte intravasale Gerinnung (DIC, Verbrauchskoagulopathie)

Der Fahrplan des Vortrages

- ✓ Physiologie
 - ✓ Wärmebilanz
 - ✓ Hyperthermie VS Fieber
- Pathophysiologie
 - ✓ Allgemeines
 - Symptome & Ätiologie
 - Brachycephalie
- Therapie
 - Erstmaßnahmen
 - Diagnostik
 - Weiterführende Überwachung
 - Prognostische Faktoren
- Fallbeispiel

Auswirkung auf...

... DIE NIEREN

■ Symptome

- Tiere können klinische Symptome zeigen, allerdings auch inapparent sein
- Initial häufig mild oder gar kaum bemerkbar, da meist von anderen Symptomen überlagert
- Jedoch ausnahmslos bei jedem Hitzschlag vorhanden

■ Schädigung von Nierenparenchym aufgrund...

- direkter thermischer Schädigung
- verminderter Perfusion (Schock und Dehydratation)
- Endotoxine
- Myoglobinämie
- etc.

Auswirkung auf...

... DIE MUSKULATUR

- ▀ Rhabdomyolyse
 - Durch direkte thermische Schädigung (initial)
 - Hypoperfusion aufgrund hypovolämischen/distributiven Schock & Mikrothromben infolge einer DIC
 - Innerhalb der ersten 24 Stunden noch möglich
- ▀ Indirekte Testung durch Blutwerte:
 - Creatin-Kinase (CK)
 - Bis zum 400x erhöhtem Wert möglich
 - Humanmedizin: Myoglobin-Konzentration im Blut/Urin bestimmbar
 - Derzeit kein validiertes Immunoassay vorhanden

Auswirkung auf...

... DAS BLUT

- Hitzeschaden am Endothel
 - Aktivierung der Gerinnungskaskade
 - Erhöhte zelluläre Nekrose aktivieren ebenfalls die Gerinnungskaskade
 - Hyperkoagulation mit Bildung von Mikrothromben & mikrovaskulärer Thrombose
 - Verbrauch von Gerinnungsfaktoren & Thrombozyten
 - DIC als Teil des SIRS
- In vitro Studien zeigten, dass Körpertemperatur über 42 ° C Plättchenaggregation, die Gerinnungskaskade und die Fibrinolyse steigert
 - Bei Abkühlung normalisierte sich Fibrinolyse, die Hyperkoagulabilität jedoch nicht
 - DIC kann 24 bis 48 Stunden nach dem Hitze-Insult klinisch auffällig werden

Auswirkung auf...

... DIE LUNGE UND HERZ

■ Lunge:

- Acutes respiratory distress syndrom (ARDS)
 - Schädigung des Lungen-Endothels kann zu nicht-cardiogenem Lungenödem führen
 - Lungenversagen infolge Thrombembolien möglich

■ Herz:

- Schädigungen des Subendo-, Epi- und Myocards:
 - Direkt: Infarkten, Einblutungen, Thermischen Schädigungen
 - Indirekt: Hypoperfusion, Laktatazidose, Hypoxämie, Elektrolyt-Imbalance
- Folgen: Arrhythmien, Herzstillstand
- Hypotension sehr selten

Auswirkung auf...

... DEN MAGEN-DARM-TRAKT

- Gastro-Intestinale Ischämie
 - Zentrale Vasokonstriktion führt zu vermindertem Blutfluss
 - Verminderte Wärmeabgabe und Perfusion aus dem Darmtrakt
 - Vermehrte Bildung von NO
 - Unkontrollierte Vasodilatation der Milzgefäße
 - Versackung des Blutes in zentralen Organen
- Erhöhte intestinale Permeabilität
 - Translokation von Endotoxinen & Bakterien
 - Massive hämorrhagische Diarrhoe & Hämatemesis
 - Schock -> SIRS -> Sepsis -> Multiorganversagen

Auswirkung auf...

- Konvektion (Wärmetransport)
 - Wärmeaustausch durch ein sich bewegendes Medium/Teilchen
 - Leistung hängt von Strömungsgeschwindigkeit & Wärmekapazität ab
 - Bei Übertemperatur wird durch Vasodilatation der peripheren Hautgefäße und -konstriktion der zentralen Organgefäße (z.B. Leber und Milz) das Blut in die Peripherie geleitet, um Wärme abzugeben

... DEN MAGEN-DARM-TRAKT

■ Gastro-Intestinale Ischämie

- Zentrale Vasokonstriktion führt zu vermindertem Blutfluss
 - Verminderte Wärmeabgabe und Perfusion aus dem Darmtrakt
 - Vermehrte Bildung von NO
 - Unkontrollierte Vasodilatation der Milzgefäße
 - Versackung des Blutes in zentralen Organen

■ Erhöhte intestinale Permeabilität

- Translokation von Endotoxinen & Bakterien
- Massive hämorrhagische Diarrhoe & Hämatemesis
- Schock -> SIRS -> Sepsis -> Multiorganversagen

Auswirkung auf...

... DAS ZENTRALE NERVENSYSTEM

- ▀ Neurologische Auffälligkeiten sind vielseitig, meistens jedoch
 - Koma
 - Krampfanfälle
 - Stupor
 - Orientierungslosigkeit oder „Delirium“-ähnliche Zustände
- ▀ Ursachen:
 - Hypoperfusion des Gehirnes aufgrund metabolischer Entgleisung, Hypoglycämie und Schocks zusätzlich zur eigentlichen Hyperthermie
 - Vaskuläre Schäden, Hirnödem, Mikrothromben mit sekundärer Infarzierung
 - Direkter thermischer Schaden bei Hund geringer ausgeprägt
 - Hundehirne zeigten stärkere intrinsische Abwehrfaktoren als andere Säugetiere

Der Fahrplan des Vortrages

- ✓ Physiologie
 - ✓ Wärmebilanz
 - ✓ Hyperthermie VS Fieber
- Pathophysiologie
 - ✓ Allgemeines
 - ✓ Symptome & Ätiologie
 - **Brachycephalie**
- Therapie
 - Erstmaßnahmen
 - Diagnostik
 - Weiterführende Überwachung
 - Prognostische Faktoren
- Fallbeispiel

Brachycephalie

DAS BRACHYCEPHALE ATEMNOTSYNDROM UND DIE THERMOREGULATION

- ▀ Obere Atemwege als wichtiges Thermoregulationsorgan
 - Unzureichendes Schwitzen führt zu vermehrtem Hecheln
 - Belüftung mit hoher Frequenz und Austausch über evaporativer Fläche der Conchen und somit Feuchtigkeit bildet
 - Abgabe dieser erwärmten Feuchtigkeit über das Maul -> Wärmeabgabe
 - Stark reduzierte Oberfläche durch Verkürzung des Schädels -> unzureichende Abgabe von Hitze über Hechelvorgang
- ▀ Kompensation durch erhöhten Atemunterdruck
 - Dabei werden nicht knöchernerde Strukturen in das Lumen gezogen (Nüstern, Gaumensegel, Rachendach, Kehlkopftaschen)
 - Zudem Zug der Magen-Kardia nach proximal -> Regurgitieren als Folge
 - Auf Dauer anatomische Veränderung dieser Strukturen
 - Verschlechterung des Luftstromes und erneute Erhöhung des Atemunterdruckes

Der Fahrplan des Vortrages

- ✓ Physiologie
 - ✓ Wärmebilanz
 - ✓ Hyperthermie VS Fieber
- ✓ Pathophysiologie
 - ✓ Allgemeines
 - ✓ Symptome & Ätiologie
 - ✓ Brachycephalie
- ✓ Therapie
 - Erstmaßnahmen
 - Diagnostik
 - Weiterführende Überwachung
 - Prognostische Faktoren
- Fallbeispiel

Erstmaßnahmen

PROPHYLAXE

- Vermeiden von Risikofaktoren
 - Keine stark körperlichen Aktivitäten von prädisponierten Tieren an heißen Tagen
 - An sehr heißen Tagen Tier zwischen 9 und 19 Uhr möglichst wenig Zeit in der prallen Sonne
 - Kühlmöglichkeiten für das Tier bereitstellen (Kühlmatten, kaltes Wasser, Fliesenboden => Nutzung der Konduktion!)
 - Körperliche Fitness aufrechterhalten und Adipositas vermeiden
- Im Falle der Ankündigung eines Hitzschlages
 - Besitzer instruieren Tier bis auf die Haut nass zu machen (Evaporation)
 - Auf Autofahrt Klimaanlage an oder Fenster runterkurbeln (Konvektion)
 - Grund: Signifikanter Anstieg der Mortalitätsrate je mehr Zeit zwischen Kollaps und Vorstellung liegt (> 90 Minuten)
 - Kein Zudecken kalten/nassen Handtücher
 - Bei Krampfanfällen: Eigenschutz des Patientenbesitzers an erster Stelle

Erstmaßnahmen

VOR ORT

- Schritt 1: Start der Kühlung
 - „Cold-Water-Immersion“
 - Nutzung der Konvektion indem Tier mit Wasser überschüttet wird
 - Wasser hat eine 24x stärkere Wärmeleitfähigkeit als Luft
 - Kombination mit Klimaanlage oder Standventilator möglich
 - Ausscheren von Flächen bei sehr dichtem Fell
 - Nicht ZU kaltes Wasser verwenden
 - Kühlung großer, oberflächlicher Gefäße
 - Eingewickelte Kühlpacks auf Gegend der V. jugularis & V. femoralis
 - **Stopp der Kühlung bei 39,5 ° C**
- Schritt „2“: Falls epileptische Anfälle bestehen
 - Diazepam 0,5 – 1 mg/kg i. v. oder rektal

Casa DJ, McDermott BP, u.a.. Cold water immersion: the gold standard for exertional heatstroke treatment.
doi: 10.1097/jes.0b013e3180a02bec. PMID: 17620933.

Erstmaßnahmen

ABCD-SCHEMA

▀ Airways

- Sicherstellung freier Atemwege
 - Schleim/Speichel
 - Erbrochenes
 - Kehlkopfödeme (Brachycephale)

▀ Breathing

- Sauerstoffsupplementierung
 - Nasenbrillen (1-2 l/min pro 10 kg KGW)
 - Maske (1-6 l/min)
 - Flow-by (2-8 l/min)
 - Wenn nötig: Intubation und IPPV (0,5 – 4 l/min)

Erstmaßnahmen

ABCD-SCHEMA

■ Cardiovascular

- Venöser Zugang und Schockbolusgabe von isotoner, kristalloider Infusionslösung
 - 10 – 20 ml/kg/h mit Reevaluation von Herzfrequenz, Atmung, Schleimhaut alle 15-20 Minuten

■ Drugs

- Sedation: z.B. Diazepam (0,5 – 1 mg/kg) | Anxiolyse: Butorphanol (0,1 – 0,4 mg/kg)
 - Keine α 2-Agonisten aufgrund vasokonstriktorischer Wirkung
- Arrhythmien: Lidocain (2-4 mg/kg)
- Hirnödeme: Mannitol (0,25 – 2 g/kg)
 - als 20 %ige Lösung über 15 – 60 Minuten
- (Dexamethason ggfs. bei extremen Kehlkopfödemen (0,1 – 0,5 mg/kg))

Der Fahrplan des Vortrages

- ✓ Physiologie
 - ✓ Wärmebilanz
 - ✓ Hyperthermie VS Fieber
- ✓ Pathophysiologie
 - ✓ Allgemeines
 - ✓ Symptome & Ätiologie
 - ✓ Brachycephalie
- ✓ Therapie
 - ✓ Erstmaßnahmen
 - Diagnostik
 - Weiterführende Überwachung
 - Prognostische Faktoren
- Fallbeispiel

Diagnostik

NACH ERSTMAßNAHMEN

- Immer angeraten:
 - Differentialblutbild
 - HCT, Thrombozyten, Leukozyten
 - Blutchemie
 - Nierenfunktionswerte, Leberenzym- und -funktionswerte, Glucose, Elektrolyte, Creatin-Kinase
 - Blutgasanalyse
 - Laktat

- Je nach Zustand des Patienten:
 - Röntgen Thorax (in zwei Ebenen)
 - Bei Dyspnoe oder Verdacht auf Lungenödem
 - EKG
 - Blutdruckmessung
 - Vor allem bei Bradycardie (Cushing-Reflex)
 - gewünschter MAP 60 - 80 mmHg

Der Fahrplan des Vortrages

- ✓ Physiologie
 - ✓ Wärmebilanz
 - ✓ Hyperthermie VS Fieber
- ✓ Pathophysiologie
 - ✓ Allgemeines
 - ✓ Symptome & Ätiologie
 - ✓ Brachycephalie
- ✓ Therapie
 - ✓ Erstmaßnahmen
 - ✓ Diagnostik
 - Weiterführende Überwachung
 - Prognostische Faktoren
- Fallbeispiel

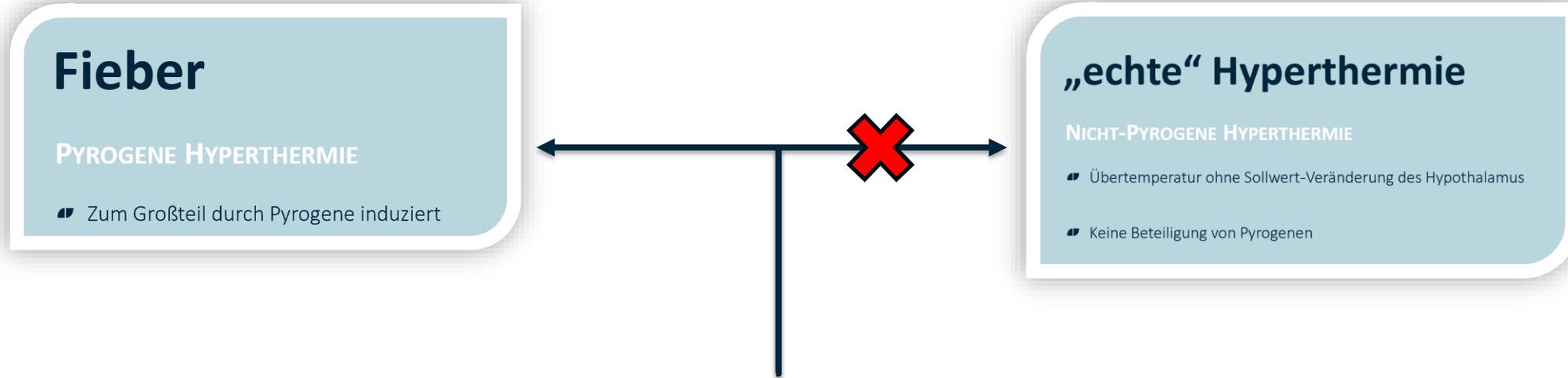
Weiterführende Überwachung

AUCH NACH INITIALEN INSULT INTENSIVPATIENT

- Klinische Überwachung für mindestens 2 bis 3 Tage:
 - Herzfrequenz, Atemfrequenz, Temperatur, Allgemeinbefinden, neurologische Reevaluation
 - Infusionstherapie in Erhaltungsbedarf (2-4 ml/kg/h)
 - Symptomatische Therapie je nach vorliegenden Befunden: Antiemetika, Symbiotika, Magenschutz, Schmerztherapie, Antibiose, Cortison, etc.
- Blutuntersuchungen:
 - Nierenfunktionswerte nach 24 Stunden testen
 - Differentialblutbild und Gerinnung nach 24 und 48 Stunden erneut testen (DIC)
 - Ggfs. Vollblut-/Fresh Plasma-Transfusion
 - Vitamin K (1,25 – 5 mg/kg 2x tgl)
 - Humanmedizin: Desmopressin führt zum Anstieg von Van-Willebrand-Faktor und Gerinnungsfaktor VIII, hilft symptomatisch auch z.T. bei Thrombozytopenie
- Ggfs. Röntgen-, EKG- und Ultraschallkontrolle zur Evaluation der Organe

Weiterführende Überwachung

DIE FRAGE NACH DEN FIEBERSENKERN



(...) des Metamizols entzündungsunabhängige, analgetische und antipyretische Wirkung (...)

Quelle: VetPharm Clinipharm https://www.vetpharm.uzh.ch/Wirkstoffe/000000000590/7380_02.html 01. September 2023 – Wirkstoff Metamizol Pharmakologie

Weiterführende Überwachung

DIE FRAGE NACH DEM FIEBERSENKERN

- Einsatz bei Hitzschlagpatienten:
 - Initial: Nein
 - Später: Jein
- Frage der Indikation
 - Antipyretische Wirkung keine Funktion bei Hitzschlagpatienten
 - Analgetische Wirkung im späteren Verlauf jedoch nutzbar
 - Aber Achtung: Ausschluss von Leber-, Nierenschädigung oder Magen-Darm-Ulzera

Der Fahrplan des Vortrages

- ✓ Physiologie
 - ✓ Wärmebilanz
 - ✓ Hyperthermie VS Fieber
- ✓ Pathophysiologie
 - ✓ Allgemeines
 - ✓ Symptome & Ätiologie
 - ✓ Brachycephalie
- ✓ Therapie
 - ✓ Erstmaßnahmen
 - ✓ Diagnostik
 - ✓ Weiterführende Überwachung
 - Prognostische Faktoren
- Fallbeispiel

Prognostische Faktoren

NEGATIV PROGNOTISCHE FAKTOREN

- Übergewicht
 - Nicht nur auf Hitzschlagsprävalenz, auch auf die Mortalitätsrate
- Zeit zwischen Hitzschlag und Start der Kühltherapie
 - Signifikant erhöhte Mortalitätsrate ab 90 Minuten
- Hypoglycämie (< 47 mg/dl)
- Erhöhter 24-Stunden-Creatinin-Wert (> 1,5 mg/dl)
 - Initialer Wert prärenal & renal
 - Nach aggressiver Infusionstherapie 24 Stunden-Wert vorwiegend renal -> Hinweis auf Nierenschaden
- Verlängerte Gerinnungsfaktoren (PT/aPTT)
 - Hinweise auf Vorliegen einer DIC
- Vorliegen von vermehrten kernhaltigen Erythrozyten im Blutaussstrich

- Scoring-Schema im Jahre 2015
 - Wert ab > 36 Punkten ist mit erhöhter Mortalität einhergehend

Segev G, Aroch I, Savoray M, Kass PH, Bruchim Y. A novel severity scoring system for dogs with heatstroke. J Vet Emerg Crit Care (San Antonio). 2015 Mar-Apr;25(2):240-7. doi: 10.1111/vec.12284. Epub 2015 Feb 11. PMID: 25677206.

Der Fahrplan des Vortrages

- ✓ Physiologie
 - ✓ Wärmebilanz
 - ✓ Hyperthermie VS Fieber
- ✓ Pathophysiologie
 - ✓ Allgemeines
 - ✓ Symptome & Ätiologie
 - ✓ Brachycephalie
- ✓ Therapie
 - ✓ Erstmaßnahmen
 - ✓ Diagnostik
 - ✓ Weiterführende Überwachung
 - ✓ Prognostische Faktoren
- Fallbeispiel

Fallbeispiel - Odin

SCHÄFERHUND-MISCHLING – 2 ½ JAHRE - MÄNNLICH

▀ Vorbericht:

- seit zwei Wochen im Tierheim untergekommen
- war eine 3/4 Stunde an der Leine laufen, ist plötzlich umgekippt und zeigte Schnappatmung
- keine Fremdkörper- oder -stoffaufnahme beobachtet

▀ Klinische Untersuchung:

- Allg. Befinden: Seitenlage, stuporös
- Schleimhäute: rot, überfeucht
- Kapilläre Rückfüllungszeit: < 1 Sekunde
- Herzfrequenz: 196 Schläge/min.
- Herzauskultation: obB
- Atemfrequenz: hechelt
- Auskultation: beidseits inspiratorisch rau verschärften Atemgeräuschs
- Temperatur: nicht messbar (> 43 ° C)

Fallbeispiel - Odin

KURZ NACH VORSTELLUNG

■ Initialbehandlung:

- „Cold Water Immersion“
- Schockinfusion mit gekühlter Infusionslösung
- Sedation (mittels Midazolam-Ketamin)
- Gabe von Maropitant & Antibiose (Amoxicillin-Clavulansäure)

■ Temperaturverlauf:

- 16:45 Uhr: 42,3 ° C
- 16:55 Uhr: 41,6 ° C
- 17:05 Uhr: 39,9 ° C → Kühlung gestoppt, Röntgen Thorax l/l ohne besonderen Befund
- 17:20 Uhr: 39,1 ° C
- 17:50 Uhr: 38,8 ° C

Fallbeispiel - Odin

INITIALE BLUTUNTERSUCHUNG

Parameter	Wert	Von	Bis	Maßeinheit	
Klinische Chemie					
Natrium (Na+):	155			mmol/l	
Kalium (K+):	3,1	3,5	5,1	mmol/l	
Blutgasanalyse					
pH (pH):	7,196	7,35	7,45		
Kohlendioxidpartialdruck (PCO2):	41,3			mmHg	
Sauerstoffpartialdruck (PO2):	40	85	100	mmHg	
Basenabweichung (BE):	-12	-5	0	mmol/l	
Aktuelles Bikarbonat (HCO3):	16	15	23	mmol/L	
Gesamtkohlendioxidkonzentration (tCO2):	17	17	25	mmol/l	
Sauerstoffsättigung (SO2):	62	90	0	%	
Hämatokrit (Hct(c)):	64	35	50	%	
Hämoglobin (tHb):	21,8			g/dl	
Ionisiertes Calcium (Ca++):	1,41	1,12	1,4	mg/dl	

- ▮ Azidose mit Elektrolytverschiebungen
- ▮ Azotämie, Leukopenie und Thrombopenie

Parameter	Wert	Von	Bis	Maßeinheit	
Hämatologie					
Erythrozyten (RBC):	8,65	5,5	8,5	M/µl	
Hämatokrit (HCT):	59,5	44	57	%	
Hämoglobin (HGB):	20	15	20	g/dl	
Mittleres Erythrozytenvolumen (MCV):	69	60	77	µm^3	
Mittlerer Hämoglobingehalt der Einzellerythrozyten (MCH):	23,1	17	26	pg	
Mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC):	33,6	31	38	g/dl	
Erythrozytenverteilungsbreite (Variationskoeffizient) (RDWc):	16,2			%	
Leukozyten (WBC):	4,7	6	12	/µl	
Granulozyten (%) (%GRANS):	69,7			%	
Lymphozyten (%) (%LYM):	23			%	
Monozyten (%) (%MONO):	7,3			%	
Eosinophile (%) (%EOS):	1,9			%	
Granulozyten (Anzahl) (GRANS):	3,4	3	10	/µl	
Lymphozyten (Anzahl) (LYM):	1	1	3,6	/µl	
Monozyten (Anzahl) (MONO):	0,3	0	0,5	/µl	
Eosinophile (Anzahl) (EOS):	0,1	0	0,6	/µl	
Thrombozyten (Anzahl) (PLT):	164	200	460	/µl	

Parameter	Wert	Von	Bis	Maßeinheit	
Klinische Chemie					
Harnstoff-Stickstoff (BUN):	39	7	25	mg/dl	
Kreatinin (CREA):	1,5	0,3	1,4	mg/dl	
Phosphat (Phos-):	1,6	2,9	6,6	mg/dl	
Natrium (Na+):	154	138	160	mmol/l	
Kalium (K+):	5	3,7	5,8	mmol/l	
Calcium (Ca+):	11,4	8,6	11,8	mg/dl	
Bilirubin (gesamt) (TBIL):	0,3	0,1	0,6	mg/dl	
Alanin-Amino-Transferase (ALT):	58	10	118	U/l	
Alkalische Phosphatase (ALKP):	55	20	150	U/l	
Glukose (GLU):	78	60	110	mg/dl	
alpha-Amylase (gesamt) (AMYL):	638	200	1.200	U/l	
Gesamtprotein (TP):	7,7	5,4	8,2	g/dl	
Albumin (ALB):	4,7	2,5	4,4	g/dl	
Globulin (GLOB):	3	2,3	5,2	g/dl	

Fallbeispiel - Odin

KLINISCHE UNTERSUCHUNG - FOLGETAG

- ▀ Klinische Untersuchung:
 - Allgemeinbefinden: ruhig und aufmerksam
 - **Schleimhäute: rosa, feucht**
 - **Kapilläre Rückfüllungszeit: 1-2 sek**
 - Lymphknoten: o.b.B.
 - **Herzfrequenz: 108/min.**
 - Herzauskultation:o.b.B.
 - Atemfrequenz: hechelt
 - Lungenauskultation:o.b.B.
 - Abdomen:
 - Palpation: angespannt, dolent
 - **Auskultation mäßig, Durchfall abgesetzt**
 - **IKT: 37,6°C**

Fallbeispiel - Odin

BLUTKONTROLLE FOLGETAG

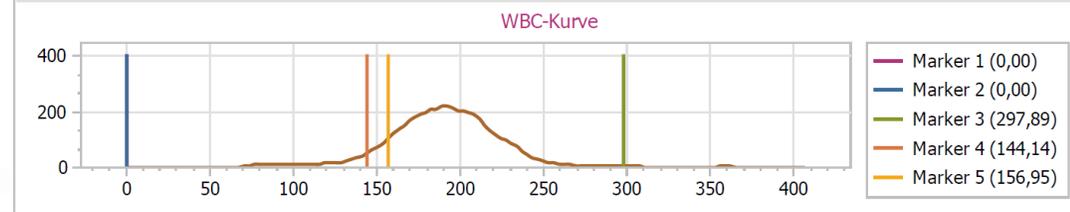
Parameter	Wert	Von	Bis	Maßeinheit
Klinische Chemie				
Natrium (Na+):	149			mmol/l
Kalium (K+):	4,1	3,5	5,1	mmol/l
Blutgasanalyse				
pH (pH):	7,303	7,35	7,45	
Kohlendioxidpartialdruck (PCO2):	33,8			mmHg
Sauerstoffpartialdruck (PO2):	46	85	100	mmHg
Basenabweichung (BE):	-10	-5	0	mmol/l
Aktuelles Bikarbonat (HCO3):	16,8	15	23	mmol/L
Gesamtkohlendioxidkonzentration (tCO2):	18	17	25	mmol/l
Sauerstoffsättigung (SO2):	78	90	0	%
Hämatokrit (Hct(c)):	62	35	50	%
Hämoglobin (tHb):	21,1			g/dl
Ionisiertes Calcium (Ca++):	1,3	1,12	1,4	mg/dl

- Nierenwerte, Elektrolyte und Azidose: deutlich verbessert
- Gerinnungswerte und Thrombozyten: deutlich verschlechtert
 - V.a. DIC
- Therapieanpassung:
 - Vitamin K, Enterogelan, CanikurPro

Parameter	Wert	Von	Bis	Maßeinheit
Klinische Chemie				
Harnstoff-Stickstoff (BUN):	29,4	0	25,2	mg/dl
Kreatinin (CREA):	0,594	0	1,8	mg/dl

Parameter	Wert	Von	Bis	Maßeinheit
Sonstiges				
PT Hund:	24,2	14	19	Sekunden
aPTT Hund:	106,2	75	105	Sekunden

Parameter	Wert	Von	Bis	Maßeinheit
Hämatologie				
Erythrozyten (RBC):	8,35	5,5	8,5	M/μl
Hämatokrit (HCT):	57,3	44	57	%
Hämoglobin (HGB):	19,6	15	20	g/dl
Mittleres Erythrozytenvolumen (MCV):	69	60	77	μm ³
Mittlerer Hämoglobingehalt der Einzellerythrozyten (MCH):	23,4	17	26	pg
Mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC):	34,2	31	38	g/dl
Erythrozytenverteilungsbreite (Variationskoeffizient) (RDWc):	15,7			%
Leukozyten (WBC):	14,2	6	12	/μl
Granulozyten (%) (%GRANS):	87,4			%
Lymphozyten (%) (%LYM):	7,7			%
Monozyten (%) (%MONO):	4,9			%
Eosinophile (%) (%EOS):	2,2			%
Granulozyten (Anzahl) (GRANS):	12,6	3	10	/μl
Lymphozyten (Anzahl) (LYM):	1	1	3,6	/μl
Monozyten (Anzahl) (MONO):	0,6	0	0,5	/μl
Eosinophile (Anzahl) (EOS):	0,3	0	0,6	/μl
Thrombozyten (Anzahl) (PLT):	71	200	460	/μl
Mittleres Thrombozytenvolumen (MPV):	10,2	6,7	11,1	μm ³



Fallbeispiel – Odin

BLUTWERTE IM VERLAUF

- ▮ Hgr. Thrombopenie (per Blutausstrich bestätigt)
- ▮ Deutliche Erhöhung der Alanin-Amino-Transferase
- ▮ Therapieänderung:
 - Start Hexadreson
 - Start Desmopressin
 - Sensibilisierung für Bluttransfusion

Parameter	Wert	Von	Bis	Maßeinheit	
Klinische Chemie					
Harnstoff-Stickstoff (BUN):	16	7	25	mg/dl	
Kreatinin (CREA):	0,8	0,3	1,4	mg/dl	
Phosphat (Phos-):	4,1	2,9	6,6	mg/dl	
Natrium (Na+):	147	138	160	mmol/l	
Kalium (K+):	5,1	3,7	5,8	mmol/l	
Calcium (Ca+):	9,8	8,6	11,8	mg/dl	
Bilirubin (gesamt) (TBIL):	0,3	0,1	0,6	mg/dl	
Alanin-Amino-Transferase (ALT):	315	10	118	U/l	
Alkalische Phosphatase (ALKP):	184	20	150	U/l	
Glukose (GLU):	110	60	110	mg/dl	
alpha-Amylase (gesamt) (AMYL):	359	200	1.200	U/l	
Gesamtprotein (TP):	5,2	5,4	8,2	g/dl	
Albumin (ALB):	3,1	2,5	4,4	g/dl	
Globulin (GLOB):	2,2	2,3	5,2	g/dl	

Parameter	Wert	Von	Bis	Maßeinheit	
Hämatologie					
Erythrozyten (RBC):	7,11	5,5	8,5	M/ μ l	
Hämatokrit (HCT):	49,1	44	57	%	
Hämoglobin (HGB):	16,7	15	20	g/dl	
Mittleres Erythrozytenvolumen (MCV):	69	60	77	μ m ³	
Mittlerer Hämoglobingehalt der Einzellerythrozyten (MCH):	23,4	17	26	pg	
Mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC):	33,9	31	38	g/dl	
Erythrozytenverteilungsbreite (Variationskoeffizient) (RDWc):	15,1			%	
Leukozyten (WBC):	18,2	6	12	/ μ l	
Granulozyten (%) (%GRANS):	86,7			%	
Lymphozyten (%) (%LYM):	9,8			%	
Monozyten (%) (%MONO):	3,5			%	
Eosinophile (%) (%EOS):	3,6			%	
Granulozyten (Anzahl) (GRANS):	15,9	3	10	/ μ l	
Lymphozyten (Anzahl) (LYM):	1,7	1	3,6	/ μ l	
Monozyten (Anzahl) (MONO):	0,6	0	0,5	/ μ l	
Eosinophile (Anzahl) (EOS):	0,7	0	0,6	/ μ l	
Thrombozyten (Anzahl) (PLT):	16	200	460	/ μ l	

Fallbeispiel - Odin

LETZTER TAG

- ▀ Verbesserung der DIC
- ▀ Keine Bluttransfusion nötig gewesen

- ▀ Klinische Untersuchung: Vitalparameter in der Norm, Temperatur 38,6 ° C

- ▀ Entlassung an diesem Tage in die ambulante Therapie
- ▀ Nachsorge:
 - Vit K 2xtgl 1Tbl ab heute abend über 7Tage
 - Prednisolon 50mg 2xtgl 1/2Tbl über 3Tage, dann 2xtgl 1/4Tbl über 3Tage, dann 1xtgl 1/4Tbl, dann alle 2Tage 1/4Tbl, dann absetzen
 - Leberwertkontrolle in drei bis vier Wochen
 - Ende der Woche Thrombozytenkontrolle

Laborergebnis

Parameter	Wert	Von	Bis	Maßeinheit	
Sonstiges					
PT Hund:	16,4	14	19	Sekunden	<input type="text" value="16,4"/>
aPTT Hund:	96,6	75	105	Sekunden	<input type="text" value="96,6"/>

Sonstiges

Blutausstrich: Thrombozyten bei 63.000 (DD)

Fallbeispiel - Odin

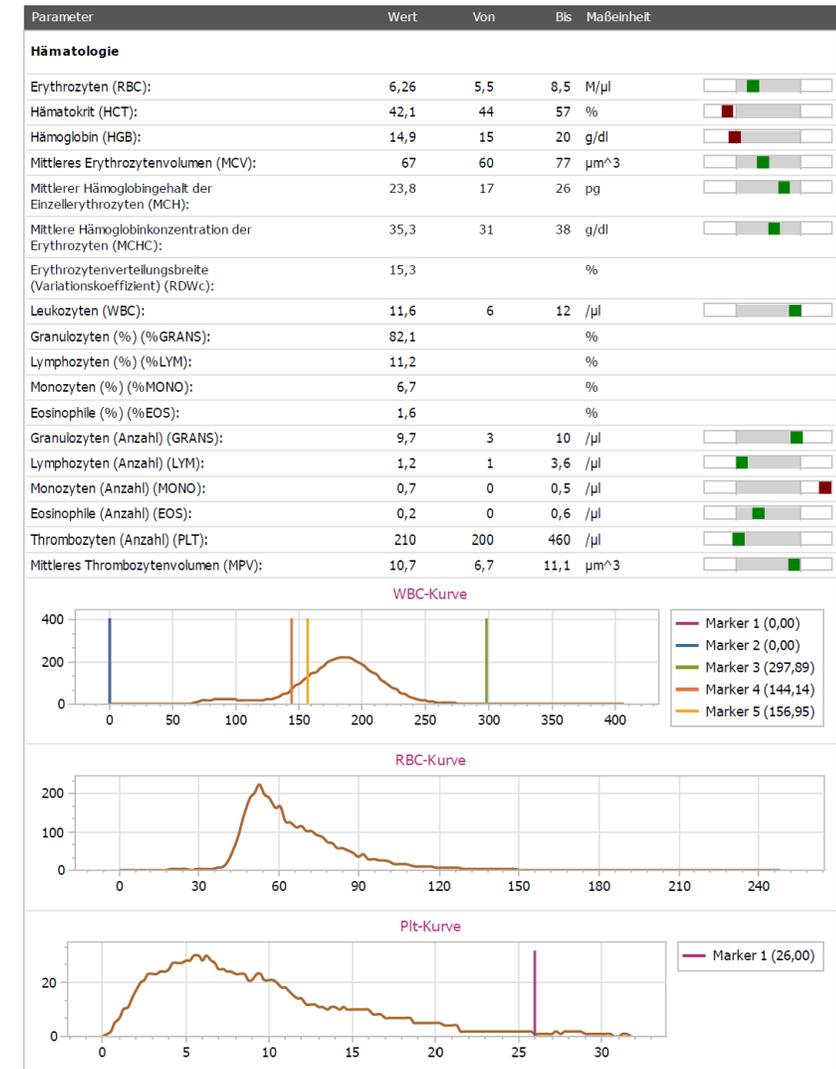
AMBULANTE ABSCHLUSSKONTROLLE

▀ Vorbericht:

- Geht es soweit gut, keine Auffälligkeiten

▀ Klinische Untersuchung:

- Allg. Befinden: ruhig und aufmerksam
- Schleimhäute: rosa rot
- Kapilläre Rückfüllungszeit: nicht beurteilbar aufgrund Maulkorb
- Herzfrequenz: 112/min
- Herzauskultation: obB
- Atemfrequenz: hechelt
- IKT: 38,7 °C



Quellenverzeichnis

- Podcast „Hitzschlag beim Hund“ von Mag. Med. vet. Elisabeth Baszler, <https://www.1stdayskillsacademy.com/podcast/1-hitzschlag-beim-hund> ; 01. Aug 2023 18:35 Uhr
- Thermoregulation. In: Breves G, Diener M, Gäbel G, Hrsg. Physiologie der Haustiere. 6., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Thieme; 2022. doi:10.1055/b-0042-188509
- Bruchim Y, Horowitz M, Aroch I. Pathophysiology of heatstroke in dogs - revisited. *Temperature (Austin)*. 2017 Oct 9;4(4):356-370. doi: 10.1080/23328940.2017.1367457. PMID: 29435477; PMCID: PMC5800390.
- Mellor PJ, Mellanby RJ, Baines EA, Villiers EJ, Archer J, Herrtage ME. High serum troponin I concentration as a marker of severe myocardial damage in a case of suspected exertional heatstroke in a dog. *J Vet Cardiol*. 2006 May;8(1):55-62. doi: 10.1016/j.jvc.2005.07.004. Epub 2006 May 2. PMID: 19083337.
- Hall EJ, Carter AJ, O'Neill DG. Incidence and risk factors for heat-related illness (heatstroke) in UK dogs under primary veterinary care in 2016. *Sci Rep*. 2020 Jun 18;10(1):9128. doi: 10.1038/s41598-020-66015-8. PMID: 32555323; PMCID: PMC7303136.
- Hall EJ, Carter AJ, Chico G, Bradbury J, Gentle LK, Barfield D, O'Neill DG. Risk Factors for Severe and Fatal Heat-Related Illness in UK Dogs-A VetCompass Study. *Vet Sci*. 2022 May 11;9(5):231. doi: 10.3390/vetsci9050231. PMID: 35622759; PMCID: PMC9144152.
- Bruchim Y, Klement E, Saragusty J, Finkeilstein E, Kass P, Aroch I. Heat stroke in dogs: A retrospective study of 54 cases (1999-2004) and analysis of risk factors for death. *J Vet Intern Med*. 2006 Jan-Feb;20(1):38-46. doi: 10.1892/0891-6640(2006)20[38:hsidar]2.0.co;2. PMID: 16496921.
- Hifumi T, Kondo Y, Shimizu K, Miyake Y. Heat stroke. *J Intensive Care*. 2018 May 22;6:30. doi: 10.1186/s40560-018-0298-4. PMID: 29850022; PMCID: PMC5964884.
- Casa DJ, McDermott BP, Lee EC, Yeargin SW, Armstrong LE, Maresh CM. Cold water immersion: the gold standard for exertional heatstroke treatment. *Exerc Sport Sci Rev*. 2007 Jul;35(3):141-9. doi: 10.1097/jes.0b013e3180a02bec. PMID: 17620933.
- Segev G, Aroch I, Savoray M, Kass PH, Bruchim Y. A novel severity scoring system for dogs with heatstroke. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)*. 2015 Mar-Apr;25(2):240-7. doi: 10.1111/vec.12284. Epub 2015 Feb 11. PMID: 25677206.
- Piroth, Ana Cristina. Die Rolle der Thermoregulation bei der Entstehung des brachycephalen Atemnotsyndroms des Hundes. 2020, University of Zurich, Vetsuisse-Fakultät.
- Streif, W; Knöfler, R; Eberl, W; u.a. (2014). Therapie hereditärer Thrombozytopathien. Interdisziplinäre S2K-Leitlinie der Ständigen Kommission Pädiatrie der Gesellschaft für Thrombose- und Hämostaseforschung e. V. *Hämostaseologie*, 34(4):269-75, quiz 276.