

INFUZNÍ A TRANSFUZNÍ TERAPIE PSA A KOČKY

MVDr. Barbara Prokešová, MVDr. Leona Raušerová, Ph.D.
IVA 2017

Obsah

Infuzní terapie	3
Typy infuzních roztoků:	4
Krystaloidy	4
Hypertonické krystaloidy.....	4
Isotonické krystaloidy.....	4
Hypotonické krystaloidy.....	6
Koloidy.....	7
Doplňkové roztoky	8
Fáze infuzní terapie	11
Korekce hypovolémie.....	11
Nekrvácející pacient	12
Krvácející pacient.....	12
Korekce dehydratace.....	13
Udržovací terapie	15
Denní objem infuzí tvoří	15
Korekce hladiny draslíku	16
Korekce hypomagnezémie	17
Korekce acidobazické rovnováhy:	17
Metabolická acidóza.....	17
Metabolická alkalóza.....	18
Krevní transfuze a krevní náhrady	20
Krevní skupiny	23
Vhodný dárce krve	25
Indikace pro transfuzní terapii	28
Odběr krevní transfuze	30
Transfuzní reakce	33
Podávání krevní transfuze	38
Příloha	42
Použitá literatura	48

Infuzní terapie psa a kočky

Infuzní terapie

Infuzní terapií korigujeme deficit tekutin, elektrolytové a acidobazické abnormality v organismu. Infuzní roztoky zároveň slouží k podávání potřebného objemu tekutin a elektrolytů v době, kdy pacient není schopen je přijímat perorálně.

Součástí infuzní terapie je i parenterální výživa poskytuje organismu životně důležité zdroje energie a aminokyseliny, případně další látky, které pomáhají pacientům překlenout období, kdy nejsou schopni přijímat, trávit a vstřebávat živiny přirozenou cestou.

Indikace:

- hypovolémie
- dehydratace
- elektrolytové a acidobazické abnormality
- neschopnost pacienta přijímat krmivo a tekutiny nebo je přijímat v dostatečném množství

Způsob podání infuzí

- intravenózní podání
 - nejčastější a nejefektivnější způsob aplikace
- intraoseální podání
 - používané zejména u mláďat při nemožnosti intravenózního podávání tekutin (příliš malá velikost pacienta)
 - potřebujeme náročnější vybavení
 - ideální je speciální instrumentarium
 - alternativně můžeme u mláďat použít spinální kanylu
 - punkci provádíme v *tuberculum majus humeri*, na kraniální ploše diafýzy ulny na hrudní končetině, na pánevní končetině ve *fossa intertrochanterica femuru* a na mediální ploše proximální části tibie
- subkutánní podání
 - není příliš vhodným způsobem
 - můžeme použít jen izotonické a nedráždivé roztoky v poměrně malém objemu (10 – 20 ml/kg) a špatně se vstřebávají (**nepoužívat u hypovolemických a dehydratovaných pacientů**)
 - **použité roztoky nesmí obsahovat acetát!**
- perorální podání
 - lze využít u pacientů, kteří nezvrací nebo trpí mírnými elektrolytovými abnormalitami

Typy infuzních roztoků:

Krystaloidy

Jedná se o roztoky iontů (případně glukózy), které volně přestupují mezi tělními tekutinami (intersticiální, intracelulární, intravaskulární), proto je jejich účinek krátkodobý.

Podle koncentrace sodíku nebo osmolality (u roztoků, které neobsahují sodík) ve srovnání s plazmou je dělíme na hypertonické, izotonické a hypotonické (Obr. 1.).

Hypertonické krystaloidy

- obsah sodíku a osmolalita (počet částic na kg roztoku) je ve srovnání s krevní plazmou vyšší
- podávání v malých objemech (doporučená dávka 5,85% nebo 7,5% roztoku NaCl je u psa 4-6 ml/kg a u kočky 2-4 ml/kg) během 5 - 10 minut
- vyvolávají výrazný a okamžitý přestup vody z intersticia do cév
- účinek je srovnatelný s podáním 60-90 ml/kg/hod izotonických krystaloidů, ale jejich účinek je krátkodobý (do 30 minut)
- během velmi rychlé aplikace mohou vyvolávat ventrikulární arytmie
- po jejich podání dochází:
 - k rychlému zvýšení objemu cirkulujících tekutin, zvýšení arteriálního tlaku, srdeční kontraktility a srdečního výdeje
 - k zlepšení prokrvení orgánů a zásobování tkání kyslíkem a po resuscitaci je nižší intrakraniální tlak ve srovnání s ostatními typy roztoků (koloidy, izotonické krystaloidy)
→ z tohoto důvodu se hypertonický roztok NaCl používá ke snížení vysokého intrakraniálního tlaku (v dávce 1 – 2 ml/kg i.v. během 10-ti minut)
- kontraindikace:
 - nepoužívat u pacientů s nekontrolovaným krvácením – negativním důsledkem rychlého vzestupu krevního tlaku je obnovení, případně zhoršení krvácení
 - dehydratace a hyperosmolalita krevní plazmy

U pacientů s onemocněním srdce a plic je vyšší riziko předávkování objemu tekutin.

Isotonické krystaloidy

- nejpoužívanější skupina infuzních roztoků
- obsah sodíku a osmolalita obdobný jako krevní plazma
- po aplikaci nevytvářejí osmotický koncentrační gradient mezi intravaskulárním a extravaskulárním prostředím a rychle přecházejí do intersticia (na rozdíl od hypertonických roztoků a koloidů)
- 1 hodinu po podání je intravaskulárně pouze 20-25 % původního objemu
- rychlost jejich podání a objem
 - závisí na zdravotním stavu pacienta (šok, mírná dehydratace)
 - 20-90ml/kg/hod u psa, u kočky maximální rychlost podání do 60ml/kg/hod

- **izotonické krystaloidy můžeme rozdělit na:**
 - **Acidogenní (fyziologický roztok, Ringerův roztok)** – vzhledem k vysoké koncentraci chloridů a absenci pufrční složky mají acidogenní účinek a používají se zejména k doplnění deficitu sodíku, chloridů a korekci metabolické alkalózy.
 - **Balancované alkalizující roztoky (Plasmalyte, Ringerfundin, Ringer-laktát - Hartmannův roztok)** - balancované alkalizující roztoky (Plasmalyte, Ringerfundin, Hartmannův roztok) mají podobné složení jako krevní plazma a obsahují pufrční složku a používají se k doplnění deficitu tekutin, iontů a korekci metabolické acidózy (viz Tab. 1.)

Fyziologický roztok (0,9% NaCl)

- pH 5
- obsahuje Na^+ , Cl^-
- působí acidogenně
- indikace: metabolická alkalóza a hyperkalcémie

Ringerův roztok

- pH 5,5
- obsahuje Na^+ , Cl^- , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}
- působí acidogenně
- indikace: metabolická alkalóza (např. akutní zvracení), jaterní insuficience, onemocnění plic a postižení CNS s narušením ventilace (hyperventilace)

Ringer- laktát (= Hartmannův roztok)

- obsahuje Na^+ , Cl^- , K^+ , Ca^{2+} , laktát
- pH je 6,5
- působí alkaligenně
- používá se jako jeden z roztoků první volby při šoku a dehydrataci
- kontraindikace:
 - stavy spojené s těžkým narušením jaterních funkcí (laktát je v játrech metabolizován na bikarbonát)
 - metabolická alkalóza

Ringerfundin (Ringer – acetát, malát) a Plasmalyte (Ringer – acetát, glukonát)

- pH Ringerfundinu je 5,1-5,9 a pH Plasmalytu 7,4
- působí alkaligenně
- metabolizace acetátu je odlišná od laktátu (laktát je metabolizován v játrech, acetát a ve svalech a dalších periferních tkáních, metabolizace glukonátu není zcela objasněna) a potřeba kyslíku pro vznik oxidu uhličitého je menší než u laktátu
- koncentrace iontů je téměř identická s krevní plazmou, proto jsou dnes preferovány před Hartmannovým roztokem
- kontraindikace:
 - metabolická alkalóza

Hypotonické krystaloidy

- ve srovnání s krevní plazmou mají nižší obsah sodíku a osmolalitu
- používají se zejména u pacientů s narušenou funkcí ledvin, jater, srdečním selháním, hypernatrémií, hyperkalémií a hyperosmolalitou
- připravíme je smícháním izotonického krystaloidu s roztokem 5% glukózy nebo *Aqua pro injektione*
 - maximální poměr ředění je 1:1

Koloidy

Syntetické koloidy

- obsahují makromolekuly, které zůstávají v cévním řečišti delší dobu, proto jsou efektivnějšími plazmaexpandery než krystaloidy
- koloidy, ve srovnání s hypertonickými krystaloidy, expandují objem pomaleji a nevyvolávají tak prudké zvýšení krevního tlaku
- pomáhají udržet onkotický tlak a jeho gradient mezi intravaskulárním prostorem a intersticiem (za normálních okolností dochází k jejich omezenému výstupu z cév)
- u pacientů s narušenou permeabilitou cév může docházet k jejich úniku do intersticia a zhoršování otoků
- mikrovaskulární perfúze je lepší po podání koloidů než po aplikaci srovnatelného objemu krystaloidů
- na rozdíl od albuminu mají syntetické koloidy (zvláště hydroxyethylškrob) široké rozmezí molekulové hmotnosti
- z hlediska expanze objemu, ovlivnění onkotického tlaku a délky trvání účinku je ideální průměrná molekulová hmotnost 100–300 kD
- patří sem dextran 40, dextran 70, polygelin a hydroxyethylškrob (HES)
- hydroxyethylškrob vykazuje ze syntetických koloidů nejdelsí poločas rozpadu (24–36 hodin) a nejmenší negativní účinky
- polygelin má poločas rozpadu asi 4 hodiny a dextran 70 12–24 hodin
- indikace jejich použití:
 - časný dekompenzovaný a dekompenzovaný hypovolemický šok
 - u pacientů s traumatem hlavy a plic, případně vnitřním krvácením (nízkoobjemová resuscitace)
- maximální dávka syntetických koloidů je **10 – 20 ml/kg/den**
 - v případě HES o molekulové hmotnosti 130kDa až 30 ml/kg/den
- mezi vedlejší účinky patří koagulopatie, vzácně alergické reakce a dysfunkce retikuloendoteliálního systému
 - velké molekuly koloidů mají větší vliv na koagulaci než malé molekuly, zvláště při opakovaném podání
 - koloidy narušují endoteliální adhezi molekul a snižují uvolnění von Willebrandova faktoru z endotelu
- u koloidů hrozí vyšší riziko předávkování objemem (hlavně u pacientů s onemocněním srdce, plic a oligurií), protože koloidy zadržují v cévním řečišti větší objem a působí déle než krystaloidy
- po podání koloidů může po jejich vyloučení glomerulární filtrací vzniknout blokáda tubulů a osmotická nefróza a selhání ledvin
- po podání dochází k interferenci s biochemickými a hematologickými parametry
 - pokud je celková bílkovina do 45 g/l dochází při refraktometrickém měření k falešnému zvyšování celkové bílkoviny směrem k 45 g/l, pokud je její skutečná hodnota vyšší dochází k jejímu falešnému snižování
 - diluční efekt koloidů se projeví snížením hematokritu, albuminu a draslíku
 - sérová amyláza může být zvýšená o 200–250 % po podání hydroxyethylškrobu v důsledku tvorby komplexů a poklesu exkrece
 - hydroxyethylškrob může ovlivňovat výsledek křížové krevní zkoušky, protože podporuje shlukování erytrocytů
 - snížení adheze neutrofilů má za následek zvýšení celkového počtu leukocytů v krevním obraze

- **kontraindikace:**
 - koagulopatie
 - onemocnění ledvin
 - onemocnění jater

Přírodní koloidy

Deriváty hemoglobinu

- patří sem modifikovaný bovinní hemoglobin (Oxyglobin)
- efektivně zvětšuje intravaskulární objem, zvyšuje onkotický tlak a transport kyslíku
- je purifikován (není riziko přenosu onemocnění), nemá antigenní povahu, proto před podáním není nutná křížová zkouška
- poločas rozpadu je asi 24 hodin
- není nefrotoxický
- denní dávka činí 10 – 30ml/kg s možností opakovaného podání po 24 hodinách
- po jeho podání klesá Ht, proto monitorujeme objem hemoglobinu v plazmě, který se zvyšuje (koncentrace hemoglobinu 70 g/l koreluje s hematokritem 0,21 l/l)
- používá se k resuscitaci pacientů s akutní krevní ztrátou nebo těžkou anémií
- nežádoucí reakce může být diskolorace skléry, moči a zvracení
- nevýhodou je krátká doba působení a vysoká cena (ve srovnání s transfúzí)

Humánní albumin

- albumin zajišťuje 75 – 80 % onkotického tlaku
- 1ml 25% roztok humánního nebo bovinního albuminu odpovídá 5-ti násobku stejného objemu krevní plazmy
- doporučená denní dávka se pohybuje mezi 1,5 až 3 ml/kg podaná během několika hodin
- měli bychom se vyvarovat abnormálního zvýšení onkotického tlaku
- používá se u hypoalbuminemických pacientů s těžkými periferními otoky
- pro zvyšování plazmatického albuminu je velmi důležitá výživa (pokud pacient nepřijímá krmivo je syntéza albuminu snížena asi o 50 %) a naopak podávání albuminu snižuje jeho syntézu
- **vážné nežádoucí reakce byly popsány zejména po opakovaném podání**

Krev a její deriváty

Patří sem plná krev, krevní plazma, krevní buňky. (viz část Transfuzní medicína psa a kočky)

Doplňkové roztoky

(Obr. 2.)

Roztoky glukózy 5%, 10%, 20%, 40%

- používají se jako zdroj energie (1 g = 4 kcal)
- na snížení koncentrace iontů (podání 5% glukózy je stejné jako podání stejného objemu čisté vody, protože glukóza je rychle metabolizována)
- přídavek glukózy do infúze napomáhá snižování plazmatické hladiny draslíku (prostřednictvím současného transportu glukózy a draslíkového kationtu do buněk), které můžeme u hyperkalemických pacientů podpořit podáním krátkodobého inzulínu (0,5UI na 2 g glukózy)

Roztoky aminokyselin

- zpravidla se používají při parciální nebo totální parenterální výživě
- měly by být aplikovány pouze do centrálních žil

Tukové emulze

- slouží pro totální parenterální výživu a při léčbě některých intoxikací (např. otrava organofosfáty, pyretroidy)
- jsou zdrojem esenciálních mastných kyselin a energie pro syntézu proteinů z roztoků aminokyselin

Roztoky manitolu 10%, 20%

- hypertonické roztoky
- podávají se intravenózně pro vyvolání osmotické diurézy, snížení nitroočního (akutní glaukom) a nitrolebního tlaku
- kontraindikací jejich použití je krvácení do mozku, vnitřní krvácení, hyperhydratace a hyperosmolalita krevní plazmy
- používat opatrně u pacientů se srdečním selháním
- dávka 0,25 – 2 g/kg během 15 minut

Chlorid draselný, malát draselný (Kalium L-malát)

- 1 ml 7,5% roztoku = 1 mmol draslíku
- používá se ke korekci hladiny draslíku, doplnění roztoků chudých na draslík k udržení elektrolytové rovnováhy v organismu
- rychlost podání by neměla překročit **0,5 mmol/kg/h**, aby nedošlo k negativnímu účinku na kardiovaskulární aparát

Bikarbonát sodný: 4,2% a 8,4% roztok

- používá se ke korekci velmi rychle se zhoršující metabolické acidózy, která nereaguje na podání balancovaných alkaligenních roztoků (Plasmalyte, Ringerfundin, Hartmannův roztok)
- komplikací jeho podání může být hypernatrémie (nebezpečná zejména u kardiaků), metabolická alkalóza a paradoxní acidóza cerebrospinálního moku, vyvolaná jeho rychlou intravenózní aplikací
 - Následkem rychlého zvýšení pH krve dojde ke snížení minutového dechového objemu a zvýšení parciálního tlaku CO₂ v krvi. Změny pH mozkomíšního moku probíhají pomaleji. Hydrogenuhlíčitánový iont na rozdíl od CO₂ špatně prochází přes hematoencefalickou bariéru a dochází ke vzestupu parciálního tlaku CO₂ v mozkomíšním moku. Molekuly CO₂ jsou hydratovány a po disociaci (H⁺ a HCO₃⁻) na slouží jako zdroj H⁺ a⁻ a dochází ke snížení pH moku.

Calcium glukonát 10% roztok

- používá se ke korekci hypokalcémie a snížení rizika fibrilace u těžce hyperkalemických pacientů během anestézie
- podává se pomalu intravenózně v dávce 0,5 – 1,5 ml/kg
- **výrazně dráždí tkáň při paravenózní aplikaci**
- nepodávat spolu s infuzemi obsahujícími hořčík, nekompatibilní s Plasmalytem, Ringerfundinem a Hartmannem

Fosfát draselný (KH₂PO₄)

- používá se ke korekci a prevenci hypofosfatémie, vznikající například u pacientů na totální parenterální výživě a léčbě diabetické ketoacidózy
 - 1 ml obsahuje 1 mmol draslíku a 1 mmol fosforu
 - u těchto skupin pacientů je vhodné suplementovat denní potřebu draslíku fosfátem draselným místo běžně používaného chloridu draselného
 - dávka 0,01 - 0,03 mmol/kg/h během 6 - 24 hodin

Síran hořečnatý (10% Mg₂SO₄)

- používá se ke korekci hypomagnezémie, srdečních arytmií, uvolnění svalového spazmu – např. u tetanu
- 5mg/kg/h kontinuálně (120 mg/kg/den)
- pozor u pacientů s onemocněním ledvin

Tab. 1. Složení infúzních roztoků

Složení infúzního roztoku	pH	Na	K	Cl	Ca	Mg	laktát	malát	acetát	gluconát
Krevní plazma Kočka	7.28- 7.4	145- 157	3.5- 5.2	95-120	1.8-2.8	0.8- 0.9	2.5			
Krevní plazma Pes	7.30- 7.42	135- 155	3.5-5	95-125	2.2-3	0.8- 1.2	2.5			
Fyziologický roztok	5	154	0	154	0	0	0	0	0	0
Ringerův roztok	6	147	4	155.5	2,3	0	0	0	0	0
Ringer laktát (Hartmann)	6.5	130	5.4	109	3	0	28	0	0	0
Ringerfundin	5.1-5.9	145	4	127	2.5	1	0	5	24	0
Plasmalyte	7.4	140	5	98	0	1.5	0	0	27	23

Fáze infuzní terapie

1. Korekce hypovolémie
2. Korekce dehydratace
3. Udržovací terapie

1. Korekce hypovolémie

Hypovolémie je deficit tekutin v cévním řečišti.

Korekce hypovolémie slouží k podání absolutního nebo relativního deficitu krevní plazmy u pacientů s hypovolémií (šok, dehydratace). Ke korekci objemu by mělo dojít během desítek minut až jedné hodiny, protože se zpravidla jedná o potenciálně život ohrožující stavy.

Typ, objem a rychlost podání tekutin závisí na onemocnění (poškozené orgánové systémy) a narušení perfúze tkání (stadium a závažnost šoku, dehydratace).

Maximální hodinová dávka izotonických krystaloidů je 90 ml/kg pro psa a 60 ml/kg pro kočku.

Roztokem první volby u šokových pacientů jsou balancované alkaligenní roztoky - Plasmalyte, Ringerfundin nebo Hartmanův roztok (Ringer laktát).

Vzhledem k riziku horšení krvácení (zejména vnitřního), uplatňujeme odlišný přístup u pacienta krvácejícího a nekrvácejícího.

Korekce hypovolémie u kočky

Kočka je citlivější k podávanému objemu tekutin než pes. Tento fakt je podmíněn menším objemem krve (65 ml/kg) a má jinou odezvu organismu na šok na úrovni kardiovaskulárního systému. Pes reaguje na ztrátu objemu aktivací sympatiku, která vede k redistribuci krve z periferií a zvýšení tepové frekvence. U kočky dochází k aktivaci sympatiku i parasimpatiku (jejich nervová vlákna probíhají v těsné blízkosti) a dochází u ní naopak ke zpomalení tepové frekvence, periferní vazokonstrikci a městnání tekutiny v plicním oběhu s nízkou vaskulární rezistencí. Navíc při poklesu tělesné teploty přestávají u kočky fungovat adrenergní receptory a rozvíjí se bradykardie. Proto musíme být opatrní v rychlosti podání roztoků, aby nedošlo ke vzniku edému plic a pleurální efúze.

Z tohoto důvodu u koček preferujeme použití izotonických krystaloidů, případně koloidů v malých objemech formou opakovaných pomalých bolů (během více jak 15 minut) do stabilizace cirkulace (zvýšení tepové frekvence, rektální teploty, vědomí). Dávka izotonických krystaloidů se pohybuje 5 – 15 ml/kg/15 minut. Dávka koloidů (nejlépe hydroxyetylškrob) je 1 ml/kg/5 minut. Po stabilizaci se pokračuje v infúzi izotonických krystaloidů v dávce 2 - 10 ml/kg/h.

Nekrvácející pacient

1. slabá hypoperfuze bez hypovolémie (mírný šok)
 - postačí podání balancovaných alkaligenních krystaloidů v dávce 20 – 40 ml/kg během první hodiny
2. středná hypoperfuze (středně těžký šok)
 - podání balancovaných alkaligenních krystaloidů v dávce mezi 40 – 60 ml/kg první 1 –2 hodiny, pak se dávka snižuje na 10 - 20 ml/kg/h do stabilizace a poté na 2 ml/kg/h po několik dalších hodin
3. těžká hypoperfuze (těžký šok, dekompenzační stadium šoku)
 - podání 60 – 90 ml/kg/h balancovaných alkaligenních krystaloidů, případně kombinovat s podání koloidů a hypertonického roztoku NaCl

Ve všech případech podáváme infúze formou opakovaných bolů, tj. podáváme jednu čtvrtinu vypočítaného objemu během 15 minut a pacienta vyšetřujeme po 5 minutách. Pokud dojde ke stabilizaci cirkulace, snížíme podávaný objem, pokud ke stabilizaci nedojde, bolus opakujeme.

Kombinace podání balancovaných alkaligenních krystaloidů a koloidů

- doporučená dávka koloidů je 1-5 ml/kg/5 minut u psa a 1 ml/kg/5 minut u kočky iniciálně do zlepšení cirkulace
- maximální dávka koloidů na den je 20-30 ml/kg
- následně pokračovat v podávání izotonických krystaloidů v dávce 5-10-20 ml/kg/15 minut
- pacienta vyšetřujeme každých 5 minut do stabilizace cirkulace

Kombinace podání balancovaných alkaligenních izotonických krystaloidů a hypertonického NaCl

- hypertonický roztok NaCl (5,85%) používáme u psů v dávce 4 – 5 ml/kg, u kočky 1 – 2 ml/kg během 15 minut
- následně pokračovat v podávání izotonických krystaloidů
- nepodávat u dehydratovaných pacientů

Krvácející pacient

Pacienti s nekontrolovatelným vnitřním krvácením jsou citliví k příliš razantní, ale i nedostatečné infuzní terapii.

Prudké zvýšení krevního tlaku má za následek uvolnění krevních sraženin a exacerbaci krvácení z již nekrvácejících cév a dekompenzací pacienta. K možnému zhoršení krvácení přispívá i podání velkých objemů krystaloidů i koloidů, které způsobí naředění krevních komponent s následnou koagulopatií.

Proto je transfúze čerstvé plné krve zpravidla důležitou součástí terapie pacientů s velkou ztrátou krve (nad 25 % objemu krve).

Z výše uvedených důvodů používáme u krvácejících pacientů tzv. hypotenzivní resuscitaci, tj. – cílem resuscitace je systolický arteriální tlak kolem 100 mmHg.

Klasifikace krvácejících pacientů:

1. Pacient s mírnou, případně středně těžkou ztrátou objemu krve (10-15%)
2. Pacient se středně těžkou ztrátou objemu krve (20-25 %)
 - klidový režim, případně bazální objem izotonických krystaloidů (1-2ml/kg/h)
 - pacienti by měli být opakovaně vyšetřováni cca v 15 - 30 minutových intervalech, abychom mohli korigovat terapii

3. Pacient s těžkou ztrátou krve (25-35%)
 - stabilizace boly 5-10 ml/kg/15 minut izotonického krystaloidu, případně syntetickými koloidy v dávce 1-5ml/kg/5 minut
 - při poklesu hematokritu pod 0,25 l/l by měla být podána krevní transfúze
4. Pacient s život ohrožujícím krvácením (ztráta 35 – 50% objemu krve)
 - v tomto případě lze aplikovat i hypertonický 5,85% roztok NaCl (6-10 ml/kg u psa, 1 – 2,5 ml/kg u kočky) nebo syntetické koloidy (1-5 ml/kg/5 min u psů, 1 ml/kg/5 minut u koček) v kombinaci s izotonickými krystaloidy do doby, než máme k dispozici transfúzi

2. Korekce dehydratace

Dehydratace je deficit tekutin v extravaskulárním prostoru.

Korekce dehydratace slouží k obnovení a udržení vodní, elektrolytové a acidobazické rovnováhy organismu. Korekce abnormalit se provádí během 12 – 24 hodin.

Při těžké dehydrataci (s příznaky šoku) zpočátku provádíme akutní infuzní terapii (rychlá obnova normovolémie) a během následujících 20 hodin korigujeme vodní, elektrolytovou a acidobazickou rovnováhu.

Tab. 2. Odhad stupně dehydratace:

Procento dehydratace	Příznaky
< 5 %	Bez příznaků
5 – 6 %	Lepkavé sliznice
6 – 8 %	Suché sliznice, prodloužené CRT, ↓ kožní elasticita
10 – 12 %	Suché sliznice, výrazně prodloužené CRT, ↑ tepová frekvence, slabší puls, zapadlé oči, ztráta kožní elasticity
12 – 15 %	Příznaky šoku

Objem infuzí se skládá ze dvou složek: bazálního objemu a korekce deficitu (dehydratace)

Bazální objem (Tab. 3.)

- tento objem tekutin kryje běžnou denní potřebu tekutin u zdravého jedince - tzv. insensibilních ztrát tekutin a iontů (ztráty dýcháním a evaporací) a sensibilních ztrát tekutin a iontů (ztráty močí a trusem)
- denní dávka činí 40 – 60 ml/kg (čím nižší hmotnost, tím blíže k horní hranici)
- organismus potřebuje více vody než iontů, proto u pacientů citlivých k podávání většího objemu sodíku, připravujeme speciální roztok smícháním 500ml Hartmanova roztoku nebo Plasmalyte s 500 ml 5% glukózy a přídavkem 20 ml 7,5% KCl na 1 l roztoku.

Přesný výpočet bazálního objemu tekutin:

$$\text{Hmotnost}^{0,75} \times 70 = \text{ml/den}$$

Korekce dehydratace

- slouží k náhradě deficitu tekutin
- používají se izotonické krystaloidy (Plasmalyte, Ringerfundin, Hartmann, Ringer, Fyziologický roztok, Ringer acetát)

- pro výpočet objemu korekce odhadujeme stupeň dehydratace na základě klinického vyšetření se zaměřením na příznaky dehydratace (viz Tab. 2.)

Výpočet korekce dehydratace:

$$\text{tělesná hmotnost} \times \text{procento dehydratace} \times 10 = \text{ml}$$

Modelový příklad:

Pes, 10 kg, 8 % dehydratace

Výpčte korekčního roztoku: $10 \times 8 \times 10 = 800 \text{ ml/den}$

Hodinová dávka korekčního roztoku: $800 : 24 = 33,3 \text{ ml} \rightarrow 33 \text{ ml}$

Minutová dávka korekčního roztoku: $33 : 60 = 0,55$

Přepočet na kapky: $0,55 \times 20 = 11 \text{ kapek /minutu}$

(standartní set 1 ml = 20 kapek)

Udržovací roztok: dle tabulky 370 ml/den

Hodinová dávka udržovacího roztoku: $370 : 24 = 15,4 \text{ ml}$

Minutová dávka udržovacího roztoku: $15,4 : 60 = 0,3 \text{ ml}$

Přepočet na kapky: $0,3 \times 20 = 6 \text{ kapek /minutu}$

Celkový objem infuzí je 1 170 ml/den, tj. 48,4 ml/h.

Tab. 3. Bazální objem infuzí

Hmotnost (kg)	Objem tekutin (ml/den)	ml/h
1	100	4
2	130	5
3	160	7
4	190	8
5	220	9
6	250	10
7	280	12
8	310	13
9	340	14
10	370	15
11	400	17
12	430	18
13	460	19
14	490	18

15	520	22
16	550	23
17	580	24
18	610	25
19	640	27
20	670	28
25	820	34
30	970	40
35	1120	47
40	1270	53
45	1420	59
50	1570	65
60	1870	78
70	2170	90
80	2470	103
90	2770	115

3. Udržovací terapie

Denní objem infuzí tvoří:

1. Bazální objem: 40-60 ml/kg/den nebo hmotnost^{0,75} x 70
2. Korekce pokračujících ztrát
 - a. přesné měření (např. tekutina odsátá z hrudního drénu atd.)
 - b. přidání dalších 2-5% dehydratace
 - c. odhadem objemu ztrát za určitou časovou jednotku s následným přepočtem na 24 hodin

Monitoring infuzní terapie

- vypočítaný denní objem je vhodné přepočítat na hodinovou dávku a pacienta dle zdravotního stavu opakovaně vyšetřovat po 1 – 4 hodinách (trias, sliznice, produkce moči, případně centrální venózní tlak) a korigovat podávaný objem
- produkce moči a kolísání tělesné hmotnosti jsou vhodnými parametry hodnocení hydratace
 - přírůstek hmotnosti 0,5 kg = zvýšení objemu tekutin v těle o 0,5 kg
- normální produkce moči činí 1 – 2 ml/kg/h
- měření centrálního venózního tlaku je dobrým ukazatelem účinnosti infuzní terapie (důležité je kolísání nikoliv absolutní hodnoty)
 - využívá se zejména u pacientů s extrémní citlivostí k podávaným objemům infuzí

Ukončení infuzní terapie

- ukončení infuzní terapie by mělo být postupné. Postupně snižujeme podávaný objem a monitorujeme hydratační stav pacienta

Korekce hladiny draslíku:

- draslík je prvek důležitý pro tvorbu klidového membránového potenciálu, proto odchylky od normálu ovlivňují funkci veškeré svaloviny
- u pacientů se většinou setkáváme s hypokalémií
- hyperkalémie je zpravidla spojena s některými onemocněními např. Adisonova choroba, ruptura a obstrukce močových cest, těžká metabolická acidóza
- fyziologická hladina draslíku se pohybuje v rozmezí 3,5 – 5 mmol/l.

Korekce hypokalémie

Rychlá korekce:

- použijeme u pacientů s hodnotami draslíku v séru pod 3 mmol/l

(5 – skutečná hladina draslíku) x tělesná hmotnost x 0,6 = mmol

1 ml 7,5% KCl = 1 mmol

0,6 – korekce na procento tekutiny v těle

- vypočítaný objem podáváme infuzí, tak rychle jak to jde, ale nepřekračujeme **maximální rychlost podání 0,5 mmol/kg/h**

Modelový příklad

pes, 10 kg, hladina draslíku v plazmě 2,5 mmol/l

výpočet: $(5 - 2,5) \times 10 \times 0,6 = 15 \text{ mmol}$

1 ml 7,5% KCl = 1 mmol $\rightarrow 15 \text{ mmol} = 15 \text{ ml } 7,5\% \text{ KCl}$

maximální rychlost podání je 0,5 mmol/kg/h

$\rightarrow 0,5 \times 10$ (hmotnost pacienta) = 5 ml KCl/pes/h \rightarrow korekci hypokalémie lze tedy provést nejrychleji během 3 hodin.

Kontinuální suplementace draslíkem v infuzi:

- vypočítaný objem přidáme do infuzního vaku (viz Tab. 2.)
- použijeme u pacientů s mírnou hypokalémií (hladina draslíku 3-3,5 mmol/l) nebo při nutnosti kontinuální suplementace draslíkem

Tab. 2. Kontinuální suplementace draslíku

Hladina draslíku v krvi mmol/l	mmol/kg/h
Normální (3,5 – 5)	0,05 – 0,1
Mírná hypokalémie (3 – 3,5)	0,15 – 0,2

Modelový příklad

Pes, 10 kg, hladina draslíku v séru 3,5 mmol/l, dávka infuzí vypočítána na 5% dehydrataci (35 ml/h), podáván Plasmalyte (1 000 ml infuzní vak).

výpočet: $0,1 \times 10 = 1 \text{ mmol}/10\text{kg}/\text{h} = 1 \text{ ml } 7,5\% \text{ KCl}/10\text{kg}/\text{h}$
(kontinuální suplementace draslíku dle tabulky x hmotnost pacienta)

1 000 ml infuzní vak se při hodinové dávce 35 ml/h spotřebuje za cca 28,5 hodin (1000/35)

Do 1 000 ml infuzního vaku přidáme 28,5 ml KCl (1 ml KCl/10 kg/h x 28,5 h).

Korekce hypomagnezémie

- hořčík je důležitým kofaktorem celé řady enzymů
- mezi hypomagnezemií a refrakterní hypokalémií byla zjištěna úzká souvislost, proto se doporučuje korigovat nejen hypokalémii, ale i hypomagnezémii
- denní dávka hořčíku je 120 mg/kg
- hořčík se podává rychlostí 5 mg/kg/h v kontinuální infúzi
- **Nepodávat v jedné infuzi s roztoky obsahující vápník!**
- pacienti s onemocněním ledvin jsou náchylnější k předávkování hořčíkem

Korekce acidobazické rovnováhy:

Metabolická acidóza

- je charakterizována poklesem pH pod 7,35 s poklesem hladiny bikarbonátu
- ve většině případů metabolické acidózy používáme pro zvýšení pH krve pouze balancované alkalizující infuzní roztoky (Plasmalyte, Ringerfundin a Hartmanův roztok)
- použití **bikarbonátu sodného** (4,2%, 8,4% roztok) je indikováno pouze v případech rychle progredující těžké metabolické acidózy, která nereaguje na podávání balancovaných alkaligenních roztoků
- při podávání roztoků bikarbonátu bychom měli opakovaně vyšetřit krevní plyny a elektrolyty

Výpočet dávky bikarbonátu:

Rozdíl BE (base excess) x tělesná hmotnost x 0,3 = mmol bikarbonátu

(1 ml 8,4% bikarbonátu sodného = 1 mmol)

Rozdíl BE = (fyziologická hodnota BE – aktuální hodnota BE)

- Fyziologické hodnoty BE
 - – 0,5 až + 4

Nebo

mmol bikarbonátu = 0,3 x hmotnost x (ideální SB – SB pacienta)

- Fyziologická hodnota SB (standartní bikarbonát)
 - Pes 17-25
 - Kočka 17-21

- podáváme třetinu až polovinu vypočítaného objemu bikarbonátu ve fyziologickém roztoku minimálně během 20 a více minut a opakovaně měříme ABR
- komplikací může být paradoxní acidóza cerebrospinalního moku, metabolická alkalóza, hypernatrémie, pokles hladiny ionizovaného vápníku, hyperosmolalita, posun disociační křivky hemoglobinu doleva a přestup draslíku do buněk a následná hypokalémie

Metabolická alkalóza

- je charakterizována vzestupem pH nad 7,45
- primárně dochází k vzestupu plazmatické hladiny bikarbonátu
- můžeme se s ní setkat u zvířat s intenzivním zvracením (hypochloremická alkalóza), u pacientů s Cushingovým syndromem, hyperaldosteronismem a iatrogenním předávkováním bikarbonátem
- korigujeme ji aplikací Ringerova nebo fyziologického roztoku, případně u hypokalemických zvířat podáním fyziologického roztoku obohaceného draslíkem

Transfuzní terapie psa a kočky

Krevní transfuze a krevní náhrady

Krevní transfuze slouží jako pomocná terapie, která umožňuje korigovat některé patologické abnormality v krvi pacienta, dokud není vyřešena vyvolávající příčina.

Před jejich aplikací je nutno zvážit výhody a nevýhody jejich použití u konkrétního pacienta.

Na rozdíl od krystaloidů a koloidů je třeba brát v úvahu jejich imunomodulační schopnosti, dostupnost a v některých případech i cenu.

Vliv krevní transfuze na imunitní systém je daný přítomností proteinů a buněčného materiálu. Dostupnost krevní transfuze je limitována možností najít dárce, kterého veterinář nebo majitel nemusí mít vždy po ruce. Krevní banky se zabývají přípravou krevních transfuzí a krevních derivátů a zvyšují dostupnost těchto produktů pro veterinární pracoviště. Bohužel systém krevních bank pro psy a kočky v České republice zatím chybí.

Vak s transfuzí plné krve můžeme omezenou dobu skladovat v lednici, musíme ale počítat s inaktivací některých složek krve a se zhoršující se kvalitou transfuze zejména během nesprávného skladování.

Dárce krve označujeme jako donora a příjemce jako akceptora/recipienta.

Komponenty krve

Plná krev odebraná od donora obsahuje červené krvinky, bílé krvinky, krevní destičky, koagulační faktory, globuliny, albumin a antikoagulant, který je obsažen v transfuzním vaku.

Nejefektivnějším využitím jedné jednotky krevní transfuze by bylo rozdělení na jednotlivé krevní komponenty a jedna transfuze by mohla pomoci několika pacientům. Rozdělení plné krve na jednotlivé komponenty a jejich skladování, je časově a technicky náročné a pro běžnou veterinární praxi nereálné. V zahraničí je možnost přístupu k některým krevním komponentům přes výše zmíněné krevní banky.

- Plná krev

Jedná se o krev donora, která byla odebrána do transfuzního vaku s antikoagulantem. Obsahuje všechny složky krve. Plnou krev můžeme skladovat v lednici a mít ji k dispozici pro pozdější použití. Během skladování ztrácejí krevní destičky a některé srážecí faktory svou účinnost. Lze ji použít jako čerstvou plnou nebo skladovanou plnou krev.

- Čerstvá plná krev – transfuze, která je skladována méně než 8 hodin po odběru při pokojové teplotě. Obsahuje funkční krevní destičky a všechny srážecí faktory.
- Skladovaná plná krev – při stabilní teplotě 2 - 6°C může být skladována 20 - 28 dní při použití uzavřeného systému odběru a odběru na CPDA-1 (antikoagulant a konzervant). Skladovaná plná krev nemá funkční krevní destičky a srážecí faktory V a VII. Uchováváním v lednici dochází ke změnám na destičkách (tzv. „storage platelet lesion“), a tak ke snižování jejich funkčnosti.

- Frakce buněk červené krevní řady („packed red blood cells“ - PRBC)
 - Obsahuje buňky a malé množství plasmy s antikoagulantem. Vzniká po separaci plasmy od čerstvé plné krve. Používá se při léčbě klinických symptomů anémie, kdy podáním menšího objemu PRBC dosáhneme stejné kyslíkové kapacity krve jako při podání čerstvé plné krve (a snižujeme riziko objemového přetížení u akceptora). PRBC neobsahuje destičky a srážecí faktory.
- Čerstvá zmrazená plasma („fresh frozen plasma“)
 - Jde o plasmu, která byla oddělena od čerstvé plné krve a zmrazena do 8 hodin po odběru krve. Obsahuje antikoagulant a všechny srážecí faktory, které při správném skladování zůstávají aktivní až po dobu 12 měsíců. Použití má při koagulopatiích. Aktivita srážecích faktorů z čerstvé zmrazené plasmy je krátká, a proto je někdy potřeba více dávek. Normalizace koagulačních testů u akceptora nám může pomoci při rozhodování, zdali ještě pokračovat v aplikaci plasmy.
- Kryoprecipitát
 - Jde o bílý precipitát, který vzniká při rozmrazování čerstvé zmrazené plasmy. Centrifugací se tato složka oddělí a vzniká kryoprecipitát a plasma bez kryoprecipitátu. Kryoprecipitát obsahuje von Willebrandův faktor, fibrinogen a srážecí faktory XIII a VIII. Používá se při von Willebrandově onemocnění, hemofilii A a při nedostatku faktorů, které kryoprecipitát obsahuje.
- Plasma bez kryoprecipitátu
 - Vzniká po rozmrazení a centrifugaci čerstvé zmrazené plasmy po oddělení kryoprecipitátu. Obsahuje srážecí faktory II, VII, IX a X. Lze ji použít při intoxikaci antikoagulačními rodenticidy.
- Plasma obohacená o destičky
 - Získává se centrifugací čerstvé plné krve na nižších otáčkách než PRBC a plasma. Krevní destičky jsou přítomny v menším množství plasmy. Jde o velice citlivý a na skladování náročný krevní produkt, protože potřebuje stálou teplotu a neustálé míchání.
- Kryokonzervovaný destičkový koncentrát
 - Získává se trombocytoferézou od jednoho donora. Obsahuje destičky, malé množství plasmy a dimetylsulfoxid (DMSO) jako konzervant. Je vhodná při léčbě imunitně zprostředkované trombocytopenie. Pro obsah DMSO se musí podávat pomalu pro prevenci bradykardie.
- Krevní sérum
 - Lze použít u novorozenečků a štěňat jako terapie selhání pasivního transferu protilátek.

- Humánní albumin
 - Jedná se o koncentrát albuminu získaný z lidské plasmy. Používal se při hypoalbuminémií psů. Při jeho použití (zejména opakovaném) hrozí u psů riziko vážných vedlejších účinků a smrti. V zahraničí je dostupný lyofilizovaný psí albumin.

Krevní skupiny

Pes:

Popisovaných je víc než 12 krevních skupin a objevují se další. Běžně ale rozeznáváme skupiny DEA 1, 3, 4, 5 a 7.

První transfuze u psa se považuje za relativně bezpečnou, i když podáváme krevní transfuzi s jinou krevní skupinou, než je krevní skupina akceptora. Po první transfuzi může dojít k senzibilizaci a vytvoření protilátek, které mohou být příčinou vážných transfuzních reakcí při dalších transfuzích.

DEA systém („dog erythrocyte antigens“)

DEA 1:

- jsou popisovány subtypy 1.1., 1.2. a 1.3. – v současnosti se mění názor a subtyp 1.2. s 1.3. se považují za slabší subtyp 1.1.
- klinicky významná skupina – při podání DEA 1+ transfuze akceptorovi s jinou krevní skupinou hrozí vyšší riziko vytvoření protilátek proti DEA 1 antigenu a zvyšuje se pravděpodobnost transfuzní reakce při další transfuzi
- DEA 1+ dárce není vhodný jako „univerzální dárce“ a DEA 1+ transfuze by se měla podávat jen akceptorovi s DEA 1+ skupinou

DEA 3:

- u psů s jinou krevní skupinou se mohou vyskytovat přirozené protilátky proti DEA 3
- i když mohou u jedinců existovat přirozené protilátky, vážné transfuzní reakce nebyly popsány. Může ale dojít k opožděné hemolýze a snížené životnosti podaných erytrocytů.

DEA 4:

- protilátky proti DEA 4 antigenu nejsou popisovány

DEA 5

- u psů s jinou krevní skupinou se mohou vyskytovat přirozené protilátky proti DEA 5
- stejně jako u DEA 3 mohou u jedinců existovat přirozené protilátky, ale vážné transfuzní reakce nebyly popsány. Může dojít k opožděné hemolýze a snížené životnosti podaných erytrocytů

DEA 7

- protilátky proti DEA 7 antigenu se přirozeně vyskytují u jedinců DEA 7 negativních
- podání DEA 7 krevní transfuze pacientovi DEA 7 negativní způsobuje sníženou životnost přijatých erytrocytů

Z výše uvedeného vyplývá, že DEA 1 a DEA 7 dárce není vhodný dárce pro jiné krevní skupiny.

Dal antigen

- antigen na erytrocytech, který často chybí u dalmatinů, dobrmanů a shih-tzu
- při podání *Dal +* transfuze *Dal –* psovi může dojít k senzibilizaci pacienta a vzniku transfuzní reakce při další transfuzi

Kočka:

U koček se přirozeně vyskytují allo-protilátky a při transfuzi krve s jinou krevní skupinou může dojít k fatálním transfuzním reakcím!

Rozeznáváme krevní skupiny A, B a AB.

Krevní skupina A

- nejrozšířenější krevní skupina
- většina jedinců produkuje slabší hemaglutininy a hemolyziny proti antigenu B
- při přijetí krevní skupiny B dochází k mírným příznakům akutní reakce nebo opožděné hemolýze

Krevní skupina B

- jedinci produkují hemolyziny a hemaglutininy proti antigenu A – titry protilátek jsou mezi jedinci rozdílné (kočka s vysokými titry allo-protilátek může přejít do vážné transfuzní reakce při přijetí 0,5 ml krve jiné krevní skupiny)
- po přijetí jiné krevní skupiny dochází u akceptora k hemolýze a ikteru
- není tak častá, vyšší prevalence u některých plemen koček (např. Devon Rex, Turecká van, Britská krátkosrstá)
- u koťat krevní skupiny A, které porodila kočka krevní skupiny B, hrozí riziko neonatální isoerytolýzy

Krevní skupina AB

- Jde o vzácnou krevní skupinu
- Jedinci neprodukují přirozené protilátky
- Při nutnosti transfuze jde bezpečně použít donora skupiny A bez antiB protilátek – pokud nevíme titr anti-B protilátek použijeme PRBC nebo zvážíme přemytí erytrocytů pro odstranění plasmy skupiny A

Mik antigen

- Produkován u většiny koček
- Kočka *Mik* negativní produkuje protilátky x *Mik* antigenu
- Předpokládá se, že nezpůsobuje vážné inkompatibility

Vhodný dárce krve

Vhodný dárce krve musí splňovat několik kritérií, které se týkají věku, hmotnosti, klinického vyšetření, vyšetření krve, anamnézy atd.

Pes:

Věk

- 1 – 8 let
- mladší jedinci nejsou plně dozralí a ztráta krve by mohla mít negativní dopad zejména na jejich kardiovaskulární systém, který je méně odolný vůči změnám cirkulujícího objemu, a mohlo by u nich dojít ke vzniku hypotenze a snížené perfuzi tkání
- starší jedinci se mohou hůře vyrovnávat se ztrátou krve a mají zvýšené riziko výskytu subklinických onemocnění
- jedinec starší 8 let může být dárce jen při výborném zdraví, bez abnormálních nálezů v laboratorních vyšetřeních

Hmotnost

- maximální objem odebrané krve by neměl překročit 20 ml/kg, tj. jedinec vážící minimálně 23,6 kg by měl zvládnout odběr 450 ml krve, jedinec s hmotností minimálně 13,2 kg 250 ml krve – většinou ale hledáme pacienta nad 25 kg
- čím je jedinec těžší, tím víc se zvyšuje bezpečnost odběru
- hmotnost donora je počítána na beztukovou tělesnou hmotu, tuk zvyšuje hmotnost, ale nezvyšuje objem krve (pozor na obézní jedince)
- pes v dobré kondici by měl mít lehce hmatatelná žebra, při pohledu shora viditelný pas a při pohledu z boku vtažené břicho

Fyzický vzhled

- ideální dárce by měl mít lehce přístupnou a viditelnou *v. jugularis* pro snadný odběr

Krevní skupiny

- určení krevní skupiny dárce je vhodné z důvodu vyloučení DEA 1 pozitivního jedince (vyšší riziko transfuzní reakce)
- v zahraničí se určování provádí při příjmu do registru dárců
- komerčně vyráběné sady na testování krevních skupin u psů existují jen na skupinu DEA 1, ale DEA 3, 4, 5 a 7 mohou určit některé laboratoře
- DEA 4 skupina by se dala považovat za nejžádanější a nejbezpečnější pro nepopsaný výskyt protilátek proti této skupině

Anamnéza

- dárce musí být zdravý jedinec bez dlouhodobých či krátkodobých obtíží
- předešlá transfuze vylučuje jedince jako dárce (expozice cizímu antigenu může vést k vytvoření protilátek a riziku vzniku transfuzní reakce)
- v minulosti se za nevhodné dárce považovaly feny po předchozí graviditě a porodu z důvodu možné senzibilizace a vytvoření protilátek během gravidity (provedená studie ale tuto obavu nepotvrdila a tak mohou být dárci i feny s graviditou a porodem v anamnéze)

Klinické vyšetření a krevní vyšetření

- důkladné klinické vyšetření je nezbytnou součástí každého odběru transfuze
- jakákoliv zjištěná abnormalita vyžaduje prošetření a odložení dárcovství do vyřešení problému
- krevní vyšetření by mělo zahrnovat základní hematologické a biochemické vyšetření u jedince a toto vyšetření by se mělo u stálých dárců opakovat jednou ročně
- před každým odběrem vyšetřit hematokrit – hodnoty minimálně 0,35, ideálně nad 0,40 pro prevenci vzniku anémie

Medikace

- dárce by neměli brát žádné léky, protože první podmínkou dárcovství je zdravý jedinec
- výjimkou může být levotyroxin při léčbě hypotyreózy, ale je snaha nahrazovat dárce s hypotyreózou za zdravé jedince
- při dočasné medikaci může dárce darovat krev po úplném uzdravení a 2 - 4 týdny po dobrání léků

Screening infekčních nemocí

- u některých nemocí hrozí riziko přenosu krví dárce akceptorovi
- *American college of veterinary internal medicine* (ACVIM) publikovala *Consensus statement*, ve kterém doporučuje screening některých patogenů mezi dárce – patří sem např. *Babesia spp.*, *Anaplasma spp.*, *Mycoplasma haemocanis*, *Leishmania donovani*, *Dirofilaria immitis* (v endemických oblastech) a jiné

Chování, temperament

- ideální dárce by měl být klidný, spolupracující a vyrovnaný, aby se zamezilo stresu a případné negativní zkušenosti
- u psů se upřednostňuje odběr transfuze bez použití sedace

Prevence

- dárce musí být pravidelně vakcinován, odčervován a chráněn před blechami a klíšťaty (riziko vektorového přenosu nemocí)

Majitel

- nesmíme opomíjet roli majitele – majitel musí chápat benefity i rizika dárcovství
- je zapotřebí ochoty a flexibility, protože nikdy nevíme, kdy transfuzi budeme potřebovat
- spolupráce a informovanost nám může pomoci při příp. vyloučení dárce z registru – majitel si jako první může všimnout změny na donorovi, které mohou souviset s nemocí

Kočka:

Věk

- 1 – 8 let

Hmotnost

- ideálně 5 kg a víc, minimálně 4 kg beztukové tělesné hmoty
- maximální objem odebrané krve je 10 - 15 ml/kg
- čím je jedinec těžší, tím víc se zvyšuje bezpečnost odběru

Krevní skupiny

- u koček je důležité určení krevní skupiny pro přirozený výskyt protilátek proti jiné krevní skupině! (viz kapitola Krevní skupiny)
- komerčně jsou dostupné testy pro typizaci krevní skupiny A, B a AB

Anamnéza

- zdravý jedinec se známou minulostí
- bez medikace
- bez předešlého příjmu transfuze

Klinické vyšetření a krevní vyšetření

- stejně jako u psiho dárce
- minimální hematokrit 0,30, ideálně 0,35 a víc
- některé programy dárcovství provádějí při vstupním vyšetření echokardiografii pro vyloučení nemoci srdce

Medikace

- dárce bez jakékoliv medikace

Screening infekčních nemocí

- FIV, FeLV a *Mycoplasma haemofelis* negativní
- doporučení dle ACVIM

Chování a temperament

- klidný a snadno manipulovatelný jedinec
- u koček se zpravidla odběr provádí v sedaci

Prevence

- u koček se preferují jedinci chovaní indoor pro menší riziko nákazy infekčními nemocemi
- vakcinace – dárce by neměl darovat krev měsíc po vakcinaci nebo být po dárcovství vakcinován do 1 měsíce

Majitel

- stejně jako u psiho dárce

Indikace pro transfuzní terapii

Transfuzi používáme nejčastěji při terapii anémií, koagulopatií a méně často při trombocytopeniích, trombopatiích a hypoproteinémií.

V našich podmínkách používáme nejčastěji čerstvou plnou krev, která obsahuje všechny krevní komponenty. Ideální by bylo použití specifických krevních komponent dle potřeb pacienta a tím by se zvýšila efektivita a bezpečnost transfuze.

Rozhodnutí o použití transfuze zvažíme na základě anamnézy, klinického vyšetření, běžného laboratorního vyšetření a příčiny alterace zdravotního stavu pacienta.

Indikace k transfuzi plné krve a frakce buněk červené krevní řady

Plná krev, frakce buněk červené krevní řady

- anémie, při které dojde k významné ztrátě transportní kapacity krve pro kyslík
 - akutní ztráta krve - zdravý jedinec toleruje ztrátu do 20 % objemu krve
 - při akutní anémii je indikací k podání transfuze pokles hematokritu pod 0,25 l/l
 - u chronické anémie se doporučuje hranice 0,18 – 0,20, ale rozhodující je klinický stav pacienta (pacienti s chronickou anémií mohou klinicky kompenzovat i hematokrit mnohem nižší)
 - v případech, kdy je obtížné rozhodnout, zda podat či nepodat transfuzi je vhodné zkontrolovat koncentraci hemoglobinu. Při poklesu koncentrace hemoglobinu pod 70 g/l dochází k rozvoji hypoxie organismu.
 - další parametry, které posuzujeme při rozhodování o podání transfuze, jsou barva sliznic, CRT, tepová frekvence, kvalita pulzu na periférii, tlak krve, saturace a laktát (zvýšený laktát v krvi souvisí se sníženou perfuzí tkání)
 - pacienti, u kterých je potřeba provést anestézii a chirurgický zákrok, by měli mít hematokrit vyšší než 0,2 pro zajištění dostatečné kyslíkové kapacity během anestezie

Plná krev

- akutní pokles celkové bílkoviny pod 50 g/l u krvácejícího pacienta
- koagulopatie – při klinické manifestaci silného krvácení, pokud nemáme k dispozici krevní plasmu
 - při použití plné krve u koagulopatií musíme rozlišovat mezi čerstvou plnou krví a plnou krví (viz. Tab. 1.)

Tab. 1. Skladování a indikace použití některých krevních komponentů

Komponenty	Skladování	Indikace
Čerstvá plná krev	Do 8 hodin při pokojové teplotě, při uchování v lednici se trombocyty stávají nefunkčními	ztráta erytrocytů, plasmy s potřebou trombocytů a koagulačních faktorů
Plná krev	2 - 6°C, 20 - 28dní při použití uzavřeného systému odběru a CPDA-1 (antikoagulant a konzervant)	Ztráta erytrocytů, plasmy bez potřeby trombocytů a srážecích faktorů V a VII
Frakce buněk červené krevní řady	2 - 6°C, 20 - 28dní při použití uzavřeného systému odběru a CPDA-1 (antikoagulant a konzervant)	Anémie – pro zvýšení kyslíkové kapacity krve, menší objem než plná krev

Transfuze plasmy

- koagulopatie - pro terapii koagulopatií se nejčastěji používá čerstvá zmrazená plazma („*fresh frozen plasma*“), která obsahuje všechny srážecí faktory. V našich podmínkách je obtížnější přístup k čerstvě zmrazené plazmě. Vhodnou alternativou je použití čerstvé plné krve.
- hypoalbuminémie – plasmu lze ji použít při poklesu albuminu <15 g/l, ale její efekt na onkotický tlak je malý
- hypoproteinémie - léčba hypoproteinémie u onemocnění s rozvojem otoků (pokles celkové bílkoviny <40 g/l)
- rychlost podání je 5 - 10 ml/kg během 1 - 4 hodin

Odběr krevní transfuze

Při získávání krevní transfuze používáme uzavřený nebo otevřený sběrný systém.

Uzavřený systém odběru: pro odběr se používají komerčně vyráběné transfuzní vaky naplněné antikoagulační směsí, na které je připojena odběrová jehla (Obr. 3.). Uzavřený systém minimalizuje riziko bakteriální kontaminace.

Otevřený systém odběru: při odběru používáme jednu nebo více stříkaček naplněných antikoagulantem v požadovaném objemu a intravenózní katetr. Při tomto způsobu odběru je vyšší riziko bakteriální kontaminace a odebraná krev by se měla ihned použít. Tato metoda se používá zejména u odběrů menšího množství krve.

Pes:

Zdravý jedinec splňující podmínky popsané výše (viz kapitola Vhodný dárce).

U psa, kterého máme v databázi dárců, se doporučuje dodržovat 3 - 4 měsíční interval mezi odběry. Krev odebíráme z *v. jugularis*, pozice donora při odběru může být vsedě, v laterální nebo ve sternální pozici.

U psů preferujeme odběr bez sedace s uzavřeným systémem odběru.

Postup:

1. Odebrání anamnézy a důkladné klinické vyšetření pro posouzení zdravotního stavu donora (Obr. 4.).
2. Odebrání vzorku krve ke stanovení hematokritu a celkového proteinu. Posuzujeme i zbarvení plasmy (detekce ikteru, hemolýzy nebo lipémie).
3. Příprava vybavení pro odběr transfuze: sběrný systém (komerční transfuzní vaky nebo stříkačky s antikoagulantem), váha pro vážení množství odebrané krve, strojek pro oholení místa odběru, dezinfekce pro lokální dezinfekci místa odběru, gáza, rukavice.
4. Příprava donora: oholení místa odběru a vizualizace *v. jugularis*, lokální dezinfekce oholeného místa pro minimalizaci rizika kontaminace, minimálně 1 pomocník fixuje donora v pozici a drží jeho hlavu pro zamezení pohybu během odběru (Obr. 5. a 6.).
5. Pečlivé umytí rukou a příp. použití rukavic u osoby, která bude transfuzi odebírat.
6. Venepunkce a odběr transfuze – při odběru gravitačním spádem je důležité, aby donor byl na vyvýšeném místě a transfuzní vak byl položen níž. (Obr. 7.) (Video 1.)
7. Pomocník držící transfuzní vak jemně míchá při odběru s vakem, aby se krev dobře promíchala s antikoagulantem, kontroluje, zda krev teče, a příp. upozorní odebírajícího, že tomu tak není (Obr. 8.).
8. Kontrola množství odebrané krve na váze (Obr. 9.) – toleruje se odchylka cca 10 % při odběru do komerčně vyráběných transfuzních vaků (nezapomenout odečíst hmotnost antikoagulačního média).
9. Po naplnění vaku požadovaným objemem vytáhneme jehlu a na místo odběru přiložíme gázu a vyvíjíme tlak po min. dobu 5 min. pro zamezení tvorby hematomu. Následně můžeme místo překrýt elastickým semiadhezivním obinadlem.
10. Donora po odběru kontrolujeme – při příznacích hypovolémie, hypotenze (bledé sliznice, prodloužené CRT, slabý pulz, alterované vědomí) podáme krystaloidy i.v. pro nahrazení ztraceného objemu.
11. Vak s odebranou krví označíme (Obr. 10.) – datum, druh, množství krve, příp. krevní skupina. Odběrovou jehlu s částí prodlužovací hadičky odstraníme.

12. Majitele donora upozorníme na příp. možné komplikace (tvorba hematomu, iritace místa po odběru, větší unavitelnost) a doporučíme klidový režim po dobu 24 hodin po odběru, zajistit přístup k vodě a krmit jako obvykle.

Kočka:

Zdravý jedinec splňující podmínky popsané výše (viz kapitola Vhodný dárce). Pro pravidelné dárce se doporučuje dodržovat interval minimálně 8 týdnů mezi odběry.

U koček je odběr vždy riskantní.

Velmi důležité je vybrat vhodného dárce se správnou krevní skupinou, proto vždy provádíme křížovou zkoušku.

Krev odebíráme z *v.jugularis* v laterální nebo sternální pozici. U koček provádíme odběr v sedaci i když v současnosti je snaha o odběr bez použití sedace u donorů, kteří jsou klidní a manipulace při odběru je nestresuje.

Používá se otevřený způsob odběru. Pro potřeby skladování a dalšího zpracování plné krve se používá semi—uzavřený systém odběru.

Postup:

1. Odebrání anamnézy a důkladné klinické vyšetření pro potvrzení zdraví donora.
2. Odebrání vzorku krve na vyšetření hematokritu a celkového proteinu. Posuzujeme i zabarvení plasmy (detekce ikteru, hemolýzy nebo lipémie). U outdoor koček nebo u koček, které mají možnost kontaktu s jinými kočkami, je doporučeno provést test na FIV a FeLV.
3. Příprava vybavení pro odběr transfuze: sběrný systém (stříkačky s antikoagulantem a intravenózní katetr, spojovací infuzní hadička, trojcestný ventil), strojek pro oholení místa odběru, dezinfekce pro lokální dezinfekci místa odběru, gáza, rukavice, kanyla, infuze, endotracheální tubus, laryngoskop, zdroj kyslíku, přístroje na monitoring vitálních funkcí (pulzní oxymetr, tlakoměr), vhodná sedace pro dárce.
4. Příprava donora – intravenózní katetrizace pro možnost podání sedativ a následnou infuzní terapii po odběru, sedace, oholení místa odběru a vizualizace *v.jugularis*, lokální dezinfekce oholeného místa pro minimalizaci rizika kontaminace. Minimálně 1 pomocník fixuje donora v pozici.
5. Monitoring vitálních funkcí, kyslíková suplementace.
6. Pečlivé umytí rukou a příp. použití rukavic u osoby, která bude transfuzi odebírat.
7. Venepunkce a odběr transfuze – 2. pomocník aspiruje krev do stříkačky do naplnění požadovaného objemu.
8. Po odebrání požadovaného objemu vytáhneme jehlu a na místo odběru přiložíme gázu a vyvíjíme tlak po min. dobu 5 min. pro zamezení tvorby hematomu. Následně můžeme místo překrýt elastickým semiadhezivním obinadlem.
9. Donora po odběru kontrolujeme – podáme intravenózně krystaloidy pro nahrazení ztraceného objemu (arteriální tlak u koček je odběrem transfuze víc ovlivněn než u psů), monitoring vitálních funkcí do probuzení a normalizace klinického stavu, následně donora umístíme do kotce, kde se může pod dohledem zotavit ze sedace, a pokračujeme v infuzní terapii.
10. Odebranou krev označíme – datum, druh, množství krve, krevní skupina.
11. Majitele donora upozorníme na příp. možné komplikace (tvorba hematomu, iritace místa po odběru, větší unavitelnost) a doporučíme klidový režim po dobu 24 hodin po odběru (kočky

s přístupem ven by měly zůstat přes noc pod dohledem), zajistit přístup k vodě, krmit jako obvykle.

Možnosti sedace a anestézie:

Při výběru protokolu pro sedaci a anestézii je třeba brát v úvahu, že mnohá běžně používaná anestetika (např. propofol, medetomidin) mají tlumivý kardiovaskulární a respirační efekt. Tyto účinky jsou nežádoucí a pro bezpečný odběr transfuze nevhodné.

V následující tabulce jsou návrhy krátkodobě působících anestetických protokolů.

Tab. 2. Anestetické protokoly

Protokol 1
i.v. aplikace: midazolam 0,2 mg/kg ketamin 3 mg/kg butorfanol 0,1 mg/kg
Protokol 2
i.m. aplikace: midazolam 0,25 mg/kg ketamin 5 mg/kg
V případě potřeby aplikovat i.v.: midazolam 0,2 mg/kg butorfanol 0,2 mg/kg

Příprava sběrného systému:

Pro přípravu otevřeného systému odběru potřebujeme intravenózní katetr (velikost 21 – 19 G) a stříkačky v požadovaném objemu, spojovací infuzní hadičku, trojcestný ventil, antikoagulant a uzávěry na stříkačky.

Transfuze u koček se obvykle odebírá do objemu 60 ml (plná krev + antikoagulant). Maximální limit pro odběr je 15 ml krve/kg.

Pro odběr je vhodné připravit stříkačky s menším objemem (např. 3 x 20 ml stříkačky nebo 6 x 10 ml stříkaček). Je to proto, že v některých případech nemůžeme podat požadovaný objem transfuze najednou během 4 - 6 hodin (např. pro riziko objemového přetížení). V těchto případech zbylé stříkačky s krví uchováme v lednici, abychom zamezili znehodnocení odebrané krve.

Do stříkaček přidáme antikoagulant. Můžeme použít heparin nebo antikoagulant na bázi citrátu. Heparin nemá konzervační efekt na krev. Na 1 ml krve je doporučeno použít 5-12,5 IU heparinu. Antikoagulanty na bázi citrátu např. CPD a CPDA-1 mají konzervační efekt a můžeme je odebrat z humánního transfuzního vaku, který používáme pro odběr u psů. Na 1 ml krve použijeme 0,14 ml antikoagulantu na bázi citrátu.

Před odběrem propláchneme katetr i spojovací hadičky antikoagulantem.

Transfuzi odebranou otevřeným způsobem odběru můžeme použít do 24 hodin po odběru při uchování v lednici. Do 4 - 6 hodin při uchování při pokojové teplotě.

Transfuzní reakce

Transfuzní reakce neboli nežádoucí účinky se mohou objevit během podávání (akutní) nebo i několik dní po podání transfuze.

Můžeme je rozdělit na imunologické/neimunologické a akutní/opožděné.

Akutní imunologické transfuzní reakce

- **Akutní hemolytické reakce**
 - jsou způsobené přítomností protilátek v plasmě donora nebo akceptora
 - vznikají rychle, jsou ireverzibilní a někdy fatální
 - v důsledku hemolýzy dochází k vyplavení cytokinů a vzniku klinických příznaků
 - klinické příznaky
 - neklid, inkontinence moči a féces, kopřivka, pruritus, renální poškození, záškuby svalů, záchvaty, natahování končetin, nauzea, salivace, zvracení, horečka, faciální edém (zejména edém víček a pysků), tachypnoe a tachykardie
 - u koček je nástup akutní a již po krátké době může dojít k rozvoji šoku a úhynu
- **Nehemolytická horečka**
 - je popisována u psů a koček, u lidí je způsobena protilátkami proti leukocytům donora
- **Kopřivka**
 - je popisována nejčastěji u psů při podání plasmy

Opožděné imunologické transfuzní reakce

Jsou klasifikované v humánní transfuzní medicíně. Jedná se o opožděnou hemolytickou transfuzní reakci a transfuzí indukovanou imunosupresi.

Další negativní účinky transfuze jsou suprese tvorby kostní dřeně či inhibice syntézy proteinů.

Akutní neimunologické transfuzní reakce

Jsou způsobeny poškozením erytrocytů během odběru, skladování nebo podávání.

- **Změny krve spojené s odběrem**
 - v důsledku výběru nevhodného dárce krve dochází k přenosu infekce, která může způsobit klinické onemocnění u akceptora
- **Změny krve spojené se skladováním**
 - Hemolýza erytrocytů způsobená délkou skladování nebo nesprávnou manipulací – zmrznutí, přehřátí, smíchání s neizotonickým roztokem
 - ATP v erytrocytech během skladování klesá a některé erytrocyty hemolyzují. Draslík z buněk se dostane do extracelulárního prostoru a skladovacího média. Zvýšený obsah draslíku v médiu je důležitým faktorem při rozvoji hyperkalémie u akceptora po přijetí většího množství transfuze skladované krve.
 - formace sraženin a průnik vzduchu do transfuzního vaku může způsobit embolismus u akceptora

- **Změny krve akceptora spojené s aplikací transfuze**
 - při transfuzi větších objemů krve může dojít k několika nežádoucím reakcím
 - hypokalcémii a hypomagnezémii při použití citrátu jako antikoagulantu
 - prodloužení srážecích časů – při podání většího množství transfuze ochuzené o srážecí faktory a vlivem antikoagulancií obsažených v transfuzi
 - hypotermie – běžná, zabráníme jí zahříváním pacienta
 - u jakékoli transfuze může dojít k oběhovému přetížení akceptora
 - příznaky – kašel, dyspnoe, zvracení, kopřivka
 - vyšší riziko je u pacientů s chronickou anémií nebo u pacientů s kardiopulmonálním onemocněním

Management pacienta s podezřením na transfuzní reakci

- při podezření na akutní transfuzní reakci okamžitě ukončíme podávání transfuze!
- suplementace kyslíku při dyspnoe
- aplikace izotonických krystaloidů - rychlost podání záleží na závažnosti reakce a klinickém stavu pacienta
 - infuzní terapie a diuréza jsou důležité pro zamezení vzniku renálního poškození hemoglobinem a erytrocytárním stromatem. Výrazné snížení produkce moči signalizuje akutní renální poškození.
- při vážné reakci (anafylaxe, šok) aplikujeme adrenalin 0,01 mg/kg i.v.
- aplikace antihistaminik – u nás nemáme k dispozici vhodné preparáty, ale v zahraničí je dostupný difenhydramin nebo tripelanamin hydrochlorid v parenterální formě
 - difenhydramin 0,5 - 2 mg/kg (50 mg max) i.m. q8h
 - tripelanamin hydrochlorid 1 mg/kg i.v., i.m. q12h
- intravenózní podání glukokortikoidů může snížit projev klinických příznaků
 - preferujeme aplikaci krátkodobě působících glukokortikoidů (prednisolon sodium sukcinát sodný 2 mg/kg i.v.)
 - pokud nemáme k dispozici, tak metylprednisolon 2 mg/kg i.v. nebo dexametazon 0,25 mg/kg i.v.
- kontrola transfuze – správný druh, skupina, negativní křížová zkouška
- vyšetření krve akceptora a donora pro hemolýzu
 - v případě hemolýzy by krev měla být poslána na základní biochemické (urea, kreatinin, bilirubin), hematologické vyšetření a vyšetření koagulačních časů – provést aktivovaný čas srážení krve
- moč akceptora – vyšetření na přítomnost hemoglobinu v moči
- u koček může dojít k hemolytické reakci bez rozvoje hemoglobinémie nebo hemoglobinurie
- monitoring životních funkcí - teplota, pulz, dechová frekvence a dechové úsilí, barva sliznic, CRT
- rektální teplota pacienta – hodnota by neměla být vyšší víc než o 1 °C v porovnání s teplotou měřenou před aplikací transfuze
- u pacienta s horečkou, kopřivkou bez příznaků hemolýzy můžeme pokračovat v podávání transfuze pomalejší rychlostí, pokud jsme vyloučili bakteriální kontaminaci
- při neustupující horečce můžeme u psa použít metamizol 25 mg/kg i.v.
- kontrolní EKG a měření tlaku – hypokalcémie a hyperkalémie způsobuje změny na EKG křivce (hypokalcémie – dlouhý Q-T interval s normální frekvencí tepů, hyperkalémie – snížená/vymizelá vlna P nebo rozšíření QRS komplexu s vysokou vlnou T)
- při podezření na sepsi odešleme vzorek krve na kultivaci a stanovení citlivosti a aplikujeme empiricky čtyřkvadrantovou antibiotickou terapii (kombinace beta-laktamového antibiotika s aminoglykosidem - např. amoxicilin-klavulanát s gentamicinem, nebo beta-laktamové antibiotikum s fluorochinolony) do obdržení výsledků kultivace a citlivosti
- při podezření na opožděnou transfuzní reakci léčíme pacienta symptomaticky

Prevence transfuzních reakcí

- dodržování zásad odběru, skladování a podávání transfuze
- určení krevní skupiny donora i akceptora
- křížová zkouška
- navzdory dodržení všech zásad může dojít k transfuzní reakci, proto je monitoring pacienta během transfuze další důležitou částí transfuzní terapie

Křížová zkouška

- major a minor křížová zkouška (viz Tab. 3.) detekuje protilátky v plazmě donora anebo akceptora, které mohou způsobit akutní hemolytickou reakci
- detekuje protilátky, které se aktuálně nachází v plazmě → u donora se během 5 dnů po podání transfuze mohou vytvořit protilátky, které znemožní další transfuzi od dárce, který byl kompatibilní
- u koček křížovou zkoušku provádíme vždy
- u psů
 - 1. podání transfuze je relativně bezpečné
 - u pacienta s anamnézou předchozí transfuze nebo u pacientů s neznámou anamnézou ji provádíme vždy
 - v případě akutního stavu, kdy je potřeba podat větší množství krve můžeme použít transfuzi od různých dárců bez předchozí zkoušky v krátkém časovém období – literatura uvádí, že do 4 dnů od podání první transfuze je podání další transfuze relativně bezpečné (imunitnímu systému trvá minimálně 5 dnů, než si vytvoří protilátky)
- v krizové situaci, kdy jde o čas, můžeme udělat rychlou křížovou zkoušku – 1 kapku krve donora, 1 kapku séra akceptora a dvě kapky fyziologického roztoku smícháme na sklíčku a pozorujeme příp. aglutinaci (Obr. 11.)

Tab. 3. Rychlá sklíčková křížová zkouška

1. odběr krve donora i akceptora do zkumavky s EDTA
2. centrifugace obou vzorků 5min/1000otáček
3. odběr plasmy do jiné zkumavky pomocí pipety
4. proplach erytrocytů – do zkumavky přidat fyziologický roztok/fosfátový pufr, promíchat
5. centrifugace erytrocytů s roztokem 5min/1000otáček – následně odstranit supernatant
6. krok 4 - 5. opakovat dvakrát
7. po proplachu erytrocytů přidat fyziologický roztok pro vytvoření 3 - 5% suspenze (pro vytvoření cca 4% suspenze do 0,2 ml erytrocytární masy přidat 4,8 ml fyziol.roztoku) – volitelný krok
8. **major zkouška** – 1 kapka erytrocytární masy donora na sklíčko, přidat 2 kapky plazmy akceptora a opatrně zamíchat
9. **minor zkouška** – 1kapka erytrocytární masy akceptora, přidat 2 kapky plazmy donora a opatrně zamíchat
10. **kontrola akceptora** – 1 kapky suspenze erytrocytů akceptora, přidat 2 kapky plazmy akceptora a opatrně zamíchat
(pokud vytvoříme v bodě 7. suspenzi erytrocytů, tak v bodě 8. - 10. stačí 1 kapka suspenze erytrocytů a kapka plazmy)
11. interpretace
 - makroskopické hodnocení – zhodnocení aglutinace do 1 minuty
 - mikroskopické hodnocení – zhodnocení do 2 minut
 - aglutinace indikuje inkompatibilitu transfuze
 - aglutinaci hodnotíme na stupnici 0 - 4+
 - 0 bez aglutinace
 - 1+ malé aglutináty po 30s
 - 2+ mnoho malých aglutinátů v 15s
 - 3+ velké aglutináty do 10s
 - 4+ velké aglutináty do 5s
 - Negativní major a minor zkouška – transfuze je kompatibilní
 - Pozitivní major zkouška – riziko vážné transfuzní reakce (minor zkouška může být negativní)
 - Pozitivní minor zkouška – transfuze může způsobit mírnou akutní reakci anebo opožděnou hemolýzu (major zkouška negativní)
 - Pozitivní kontrola akceptora – křížová zkouška se nedá interpretovat, běžné u pacientů s hemolytickou anémií

Podávání krevní transfuze

Příprava na transfuzi

- je-li to nutné, ohřát skladovanou krev na pokojovou teplotu/tělesnou teplotu pro zamezení hypotermie a příp. arytmií – u mláďat a při rychlé a masivní transfuzi (resuscitace, trauma)
 - ohřátí provádíme v teplé lázni ($\leq 39^{\circ}\text{C}$), dodržujeme sterilitu a dbáme na to, aby nedošlo k přehřátí
 - ohřívání zvyšuje riziko bakteriální kontaminace a zrychluje degradaci erytrocytů
- připojení univerzálního nebo speciálního transfuzního setu se zabudovaným in-line mikrofiltrem
- nepoužívat sety a prodlužovací hadičky s latexem (adheze krevních destiček k latexu)
- transfuzi neaplikujeme do jednoho intravenózního katétru s infuzemi obsahující vápník – aktivace srážení nebo s infuzemi obsahujícími hypo- případně hypertonický roztok nebo koloidy – může dojít k hemolýze
 - infuzní roztok kompatibilní s transfuzí je Plasmalyte (Ringer acetát-glukonát) (Obr. 12. a 13.)
- dodržujeme zásady asepsy
- křížová zkouška – u koček vždy, u psů při opakované transfuzi (viz kapitola Transfuzní reakce)

Způsoby podání

- **intravenózně**
 - preferovaný způsob – do krevního oběhu je transportováno 100% buněk z transfuze
 - použijeme intravenózní katetr nejlépe s velikostí 16-20 G dle velikosti zvířete, při menším průměru a vyšší viskozitě podávané krve může být problém s průtokem krve katetrem
 - v případě potřeby můžeme transfuzi naředit 0,9% fyziologickým roztokem
- **intramedulárně**
 - efektivita transportu je obdobná jako u intravenózní aplikace
- **intraperitoneálně**
 - možné ji použít jen při transfuzi plasmy v krizové situaci
- preferujeme aplikaci transfuze gravitační infuzí – některé infuzní pumpy nejsou na podávání transfuze vhodné a může dojít k poškození komponent podávané krve

Výpočet požadovaného objemu

Plná krev, PRBC:

Při rychlé ztrátě krve a hypovolémii je cílem hematokrit (Ht) 0,25 l/l. U imunitně zprostředkovaných anémiích postačuje korekce Ht na 0,2 l/l.

20 ml plné krve/kg zvýší hematokrit o 0,1 l/l.

Vzorec pro výpočet:

$$\text{Plná krev (ml)} = \frac{80 \text{ (pes)} \quad \text{hmotnost} \quad \text{požadovaný PCV - skutečný PCV akceptora}}{60 \text{ (kočka)} \quad \text{akceptora (kg)} \quad \text{PCV transfuze}}$$

PCV „packed cell volume“
(PCV 1% = Ht 0,01 l/l)

Modelový příklad:

Pes, 10 kg, po akutní ztrátě krve je hematokrit 0,18 l/l. Hematokrit transfuze je 0,4 l/l.

Výpočet:

$$\text{Plná krev (ml)} = 80 \times 10 \times \frac{25 - 18}{40}$$
$$\text{Plná krev (ml)} = 140$$

Pro 10kg psa po akutní ztrátě krve s Ht 0,18 l/l potřebujeme 140 ml plné krve pro zvýšení Ht na 0,25 l/l.

Plasma:

$$\text{Plasma (ml)} = \frac{\text{požadovaná CB - skutečná CB akceptora}}{\text{CB jednotky plasmy}} \times 60\text{ml/kg} \times \text{hmotnost akceptora (kg)}$$

Při koagulopatiích podáváme 10ml/kg pro zástavu krvácení nebo jako prevenci krvácení před chirurgickým zákrokem. V některých případech je nutné dávku opakovat. U pacientů s deficitem faktorů VII, VIII a von Willebrand faktorem je někdy potřeba opakovat transfuzi 2-4x za den. Je to z důvodu krátké životnosti těchto faktorů v krvi.

Modelový příklad:

Pes, 10 kg, hypoproteinémie 30 g/l s rozvojem otoků. Celková bílkovina transfuze je 70 g/l.

Výpočet:

$$\text{Plasma (ml)} = \frac{40 - 30}{70} \times 60 \times 10$$
$$\text{Plasma (ml)} = 85$$

Pro 10 kg psa s hypoproteinémií potřebujeme 85 ml plasmy pro zvýšení celkového proteinu na 40 g/l.

Kryoprecipitát

1 kryo jednotka (± 50 ml)/ 10 kg nebo 1-2 ml/kg tělesné hmotnosti 2x denně při von Willebrandově nemoci a hemofilii A.

20 ml/kg čerstvé zmrazené plasmy je ekvivalentem 1 kryo jednotce.

Plasma bez kryoprecipitátu

Je vhodná při otravě antikoagulačními rodenticidy v objemu 6-10 ml/kg.

Plasma obohacená o krevní destičky, kryokonzervovaný destičkový koncentrát

U pacientů s trombocytopenií nebo trombopatií v ohrožení života potřebujeme zvýšit hladinu krevních destiček na $50 \times 10^9/l$.

1 jednotka destičkového koncentrátu (± 50 ml), 1 jednotka plasmy obohacené o krevní destičky (± 200 ml) zvýší počet krevních destiček přibližně o $10 \times 10^9/l$ u 30kg jedince $\rightarrow \pm 1,6$ ml/kg destičkového koncentrátu, $\pm 6,6$ ml/kg plasmy obohacené o krevní destičky.

Téhož výsledku dosáhneme při použití čerstvé plné krve v objemu 450 ml $\rightarrow \pm 15$ ml/kg čerstvé plné krve.

Rychlost podání

- začátek podávání transfuze 0,5-1 ml/kg/h po dobu prvních 15 min
- pokud se neobjeví komplikace, zvýšíme dávku na požadovanou rychlost
- u stabilního pacienta se doporučuje podat transfuzi během 4 až 6 hodin
- maximální rychlost podání je 10 – 20 ml/kg/h
- u pacientů s rizikem objemového přetížení (onemocnění srdce, ledvin) je doporučena nižší rychlost podání maximálně 4 ml/kg/h
- hypovolemický pacient s velkou ztrátou krve vyžaduje někdy tzv. masivní transfuzi
 - jedná se podání větších množství transfuze během krátké doby
 - u pacienta s 30% ztrátou krve podáváme transfuzi rychlostí 20 ml/kg/h
 - u pacienta se ztrátou krve nad 50% podáváme transfuzi tak rychle, jak je to možné do stabilizace krevního oběhu
 - hrozí zde vyšší riziko nežádoucích reakcí – elektrolytové abnormality: hypokalcémie, hypomagnezémie, hyperkalémie; trombocytopenie, sekundární koagulopatie, hypotermie, metabolická acidóza, imunosuprese
- transfuzi plasmy podáváme rychlostí 5-10 ml/kg během 1 – 4 hodin,
- kryoprecipitát podáváme během 2-4 hodin

Monitoring pacienta během transfuze

- navzdory dodržení všech podmínek správného výběru dárce, odběru, skladování a při negativní křížové zkoušce, může dojít ke komplikacím (viz kapitola Transfuzní reakce) → monitoring akceptora během transfuze je další důležitou částí (Obr. 14.)
- před začátkem aplikace krevní transfuze klinicky vyšetříme pacienta
- klinické vyšetření pravidelně opakujeme během podávání transfuze
- vyšetření zahrnuje: dechovou frekvenci a charakter dýchání, tepovou frekvenci a kvalitu tepu, barvu sliznic, CRT, krevní tlak, teplotu, stav vědomí
- vhodné je změřit hematokrit a barvu plasmy pro pozdější srovnání (Obr. 15.)
- zaznamenáme případné edémy, zvracení, průjem, které se objevily před transfuzí, aby nedošlo k záměně příznaků nemoci s transfuzní reakcí
- nejrizikovější je první hodina aplikace transfuze a zejména prvních 15 minut

Pro přehlednější záznam o transfuzi existuje několik variant protokolů, které si upravuje každá instituce podle svých potřeb – na ukázkou je na další stránce jeden z mnoha možných.

Transfuzní protokol - monitoring pacienta

Datum:

Jméno pacienta:	Druh:	Plemeno:	Věk:	Hmotnost:	Pohlaví:
Majitel:					
Diagnóza:					
Důvod transfuze:					
Krevní skupina:					
Křížová zkouška:					
Ht (pre)		CB (pre)			
Ht (post)		CB (post)			

Informace o podané krevní transfuzi					
Objem transfuze:		Ht transfuze:		Krevní skupina:	
Datum odběru:					
Nacionále dárce:					

Začátek transfuze		Vypočítaný objem	
Konec transfuze		Podaný objem	

	čas	ml/h	podaný objem	TF	DF	sliznice CRT	TK	T (°C)	jiné *
začátek									
15 min									
po podání									

Poznámky

* jiné příznaky:

edém, kopřivka, zvracení, průjem, hematurie, neurolog. příznaky, kolaps, neklid atd.

Příloha



Obr. 1. Typy infuzních roztoků – krystaloidy.



Obr. 2. Doplnkové roztoky: roztoky glukózy, roztok aminokyselin, tukové emulze, manitol, bikarbonát sodný, síran horečnatý, kalcium glukonát, chlorid draselný, malát draselný.

Infuzní a transfuzní terapie psa a kočky



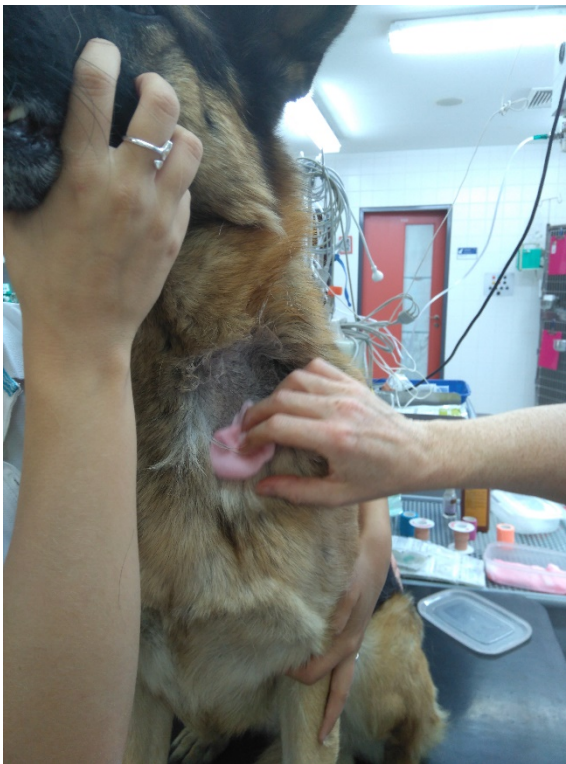
Obr. 3. Komerčně vyráběný transfuzní vak.



Obr. 4. Klinické vyšetření dárce před odběrem.



Obr. 5. Oholení místa odběru.



Obr. 6. Dezinfekce místa odběru.



Obr. 7. Fixace v sedě a palpace v. jugularis.



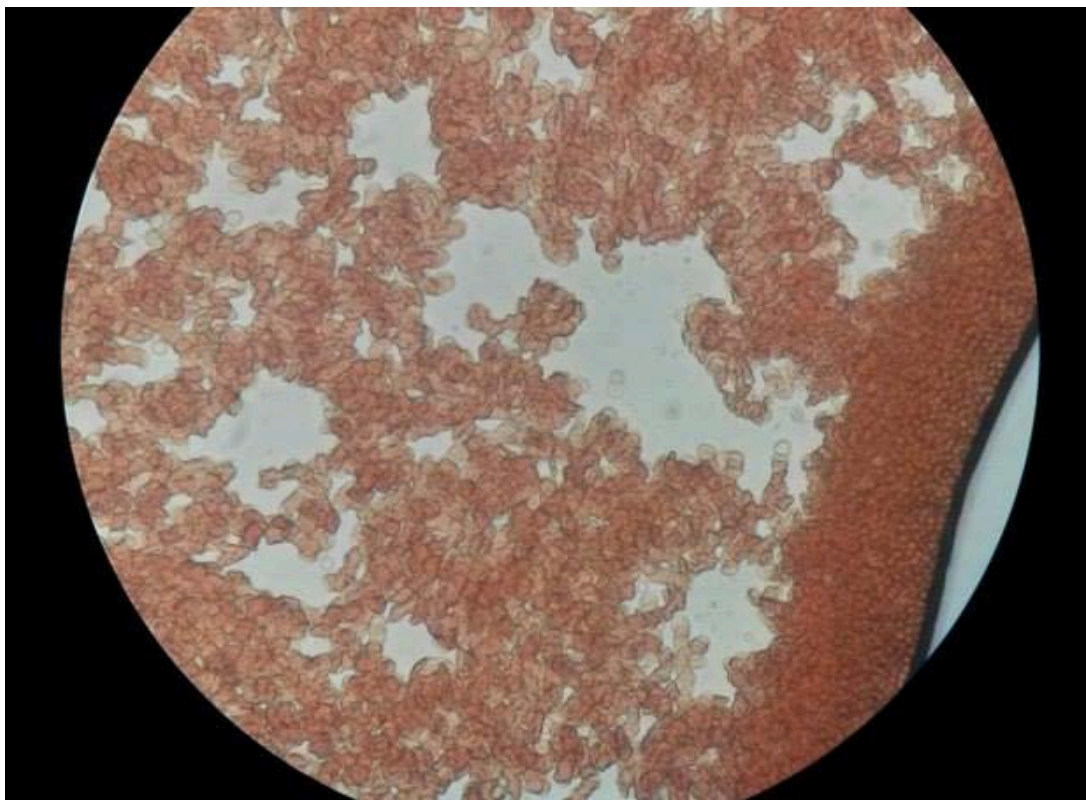
Obr. 8. Odběr transfuze, dárce v laterální poloze.



Obr. 9. Vážení transfuze během odběru.



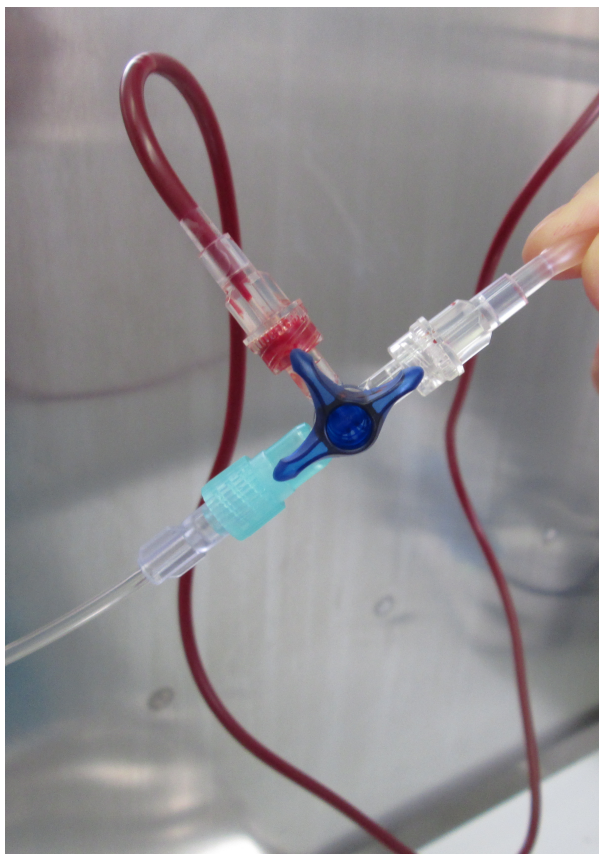
Obr. 10. Označení vaku s tranfuzí.



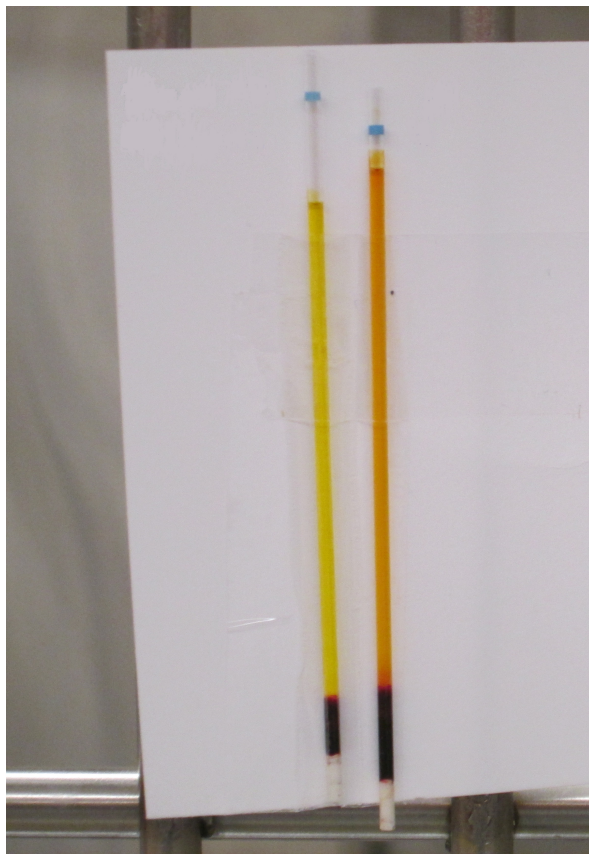
Obr. 11. Hemolýza a aglutinace erytrocytů při křížové zkoušce pozorována mikroskopem.



Obr. 12. Infuzní roztok kompatibilní s krevní transfuzí je Plasmalyte (Ringer acetát-glukonát).



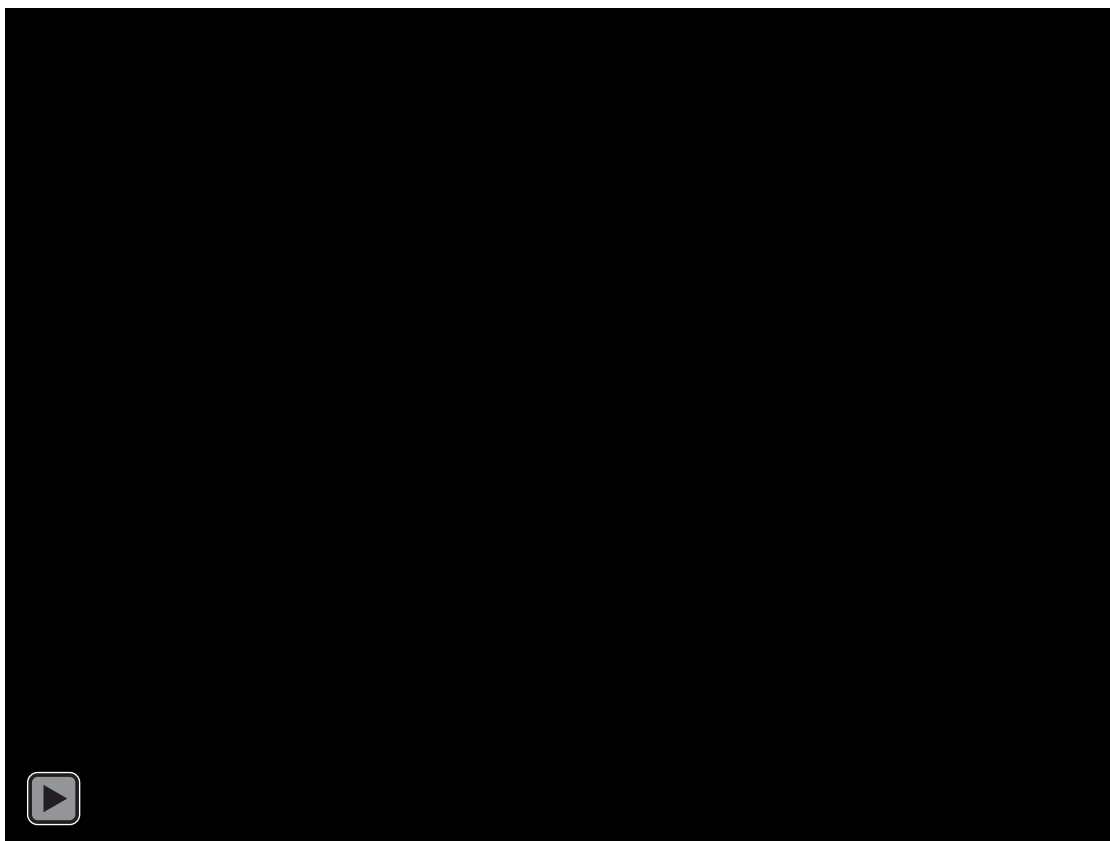
Obr. 13. Trojcestný ventil pro propojení infuze s transfuzí.



Obr. 15. Plasma před transfuzí a hemolytická plasma po podání transfuze



Obr. 14. Monitoring pacienta při podávání transfuze.



Video 1. Odběr transfuze u psa.

Použitá literatura

- Blais MC, Berman L, Oakley DA, et al. Canine Dal blood type: A red cell antigen lacking in some Dalmatians. *J Vet Intern Med* 2007;21:281–286.
- Blais MC, Rozanski EA, Hale AS, et al. Lack of evidence of pregnancy-induced alloantibodies in dogs. *J Vet Intern Med* 2009;23:462–465.
- Davidow, B. *Transfusion medicine in Small animals*. *Vet Clin Small Anim* 2013;43:735-756.
- DiBartola, Stephen P. *Fluid, electrolyte, and acid-base disorders in small animal practice*. 4th ed. St. Louis, Mo.: Saunders/Elsevier, 2012.
- Goulet S, Giger U, Arsenault J, et al. Prevalence and mode of inheritance of the Dal blood group in dogs in North America. *J Vet Intern Med* 2017;31:751–758.
- Kisielewicz, Caroline, Ian A. Self. *Canine and feline blood transfusion: controversies and recent advances in administration practices*, *Vet Anaesth Analg* 2014;41:233-242.
- Mathews, Karol A. *Veterinary emergency and critical care manual*. 2nd ed, Guelph: Lifelearn, 2006.
- Mazzafero, Elisa, Powell Lisa L. Fluid therapy for the emergent small animal patient crystalloids, colloids, and albumin products. *Vet Clin Small Anim* 2013;43:721-734
- Prittie, Jennifer E. Controversies related to red blood cell transfusion in critically ill patients. *J Vet Emer Crit Care* 2010;20(2):167-176.
- Raušerová-Lexmaulová, Leona. Fluid therapy in dogs and cats. *Eur J Comp An Pract* 2016;26(3);p19-26.
- Silverstein, Deborah C. a Kate HOPPER. *Small animal critical care medicine*. 2nd ed. St. Louis: Elsevier, 2015.
- Wardrop, K.J., et al. Update on Canine and Feline Blood Donor Screening for Blood-Borne Pathogens. *J Vet Intern Med* 2016;30:15-35.
- Yagi, Kenichiro a Marie K. Holowaychuk. *Manual of veterinary transfusion medicine and blood banking*. Ames, Iowa: Wiley Blackwell, 2016.