

# Transfuzija u maloj praksi

---

**Karaula, Sara**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:178:794749>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-14**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Veterinary Medicine -  
Repository of PHD, master's thesis](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
VETERINARSKI FAKULTET

Sara Karaula

Transfuzija u maloj praksi

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2021.

Klinika za unutarnje bolesti

Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

V.d. predstojnice klinike: doc. dr. sc. Iva Šmit

Mentorice:

izv. prof. dr. sc. Mirna Brkljačić

prof. dr. sc. Nada Kučer

Članovi povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Vesna Matijatko

2. izv. prof. dr. sc. Mirna Brkljačić

3. prof. dr. sc. Nada Kučer

4. izv. prof. dr. sc. Ivana Kiš

## Zahvala

Početak ovog putovanja bio je prožet nesigurnostima, sumnjom, ali i ambicijom. Bilo je posrtanja, ali sam ustajala zahvaljujući svojoj iznimnoj obitelji koja mi je pružala neprekidnu podršku tijekom cijeloga života. Zahvalna sam na prilici koja mi je omogućila znanje, vještine te me izgradila u čvrstu, stabilnu osobu, spremnu za nove životne izazove koji me čekaju. Posebno zahvaljujem svim profesorima, doktorima i djelatnicima veterinarskog fakulteta zbog ukazanog strpljenja i izuzetnih sveučilišnih sposobnosti kojima su velikodušno dijelili i usađivali svoje znanje. Iznimna pohvala mojoj mentorici, profesorici Mirni Brkljačić na uloženom vremenu, trudu, profesionalnosti i velikoj pomoći koje je uložila tijekom pisanja mog diplomskog rada.

Veliko hvala prijateljima iz djetinjstva i prijateljima koje sam stekla tijekom studiranja, a uz koje je sve ovo bilo puno lakše i veselije. I na kraju, želim zahvaliti svojim psima, Aziju i Alki, uz koje je rasla želja za pisanjem baš ove teme diplomskog rada jer oboje su bili hrabri pomoći onima u potrebi, a to je za mene ipak ono najbitnije.

## POPIS KORIŠTENIH KRATICA

<b>2,3-DPG</b> (engl. 2,3 diphosphoglyceric acid)	2,3-difosfoglicerat
<b>ACD</b> (engl. acid citrate dextrose)	kiselina-citrat-dekstroza
<b>AS-1</b> (engl. Adsol)	
<b>AS-3</b> (engl. Nutricel)	
<b>AS-5</b> (engl. Optisol)	
<b>ATP</b> (engl. adenosine triphosphate)	adenozin trifosfat
<b>CMAH</b> (engl. cytidine monophospho-N-acetylneuraminic acid hydroxylase) citidin monofosfor-N-acetilneuraminske kiseline	hidroksilaza
<b>CP2D</b> (engl. citrate phosphate double dextrose)	citrat-fosfat- dvostruka dekstroza
<b>CPD</b> (engl. citrate phosphate dextrose)	citrat-fosfat-dekstroza
<b>CPDA-1</b> (engl. citrate phosphate dextrose adenine-1)	citrat-fosfat-dekstroza-adenin-1
<b>CRT</b> (engl. capillary refilling time)	vrijeme ponovnog punjenja kapilara
<b>DIK</b> (engl. Disseminated diseminirana intravaskularna koagulopatija)	intravascular coagulation)
<b>ELISA</b> (engl. Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) test	enzimatski povezani imunosorbentni
<b>EMLA</b> (engl. eutectic mixture of local anesthetics)	eutektička mješavina lokalnih anestetika
<b>FeLV</b> (engl. Feline Leukemia Virus)	virus mačije leukemije
<b>FIV</b> (engl. Feline immunodeficiency virus)	virus mačije imunodeficijencije
<b>NeuAc</b> (engl. N-acetyl neuraminic acid)	N-acetil-neuraminsku kiselinu
<b>NeuGc</b> (engl. N-glycolyl neuraminic acid)	N-glikolil-neuraminska kiselina
<b>PCR</b> (engl. Polymerase chain reaction)	lančana reakcija polimerazom
<b>SAGM</b> (engl. sodium adenine glucose mannitol)	natrijev adenin glukoza manitol

## **POPIS PRILOGA (TABLICA I SLIKA)**

TABLICA 1: Krvne komponente

TABLICA 2: Nasljeđivanje krvnih grupa i fenotipa u mačaka

TABLICA 3: Vrste antikoagulansa, njihovo skladištenje te dodani aditivi

TABLICA 4: Imunološke transfuzijske reakcije

TABLICA 5: Neimunološke transfuzijske reakcije

Slika 1 Prikaz internetske baze „Ljubimci donori- Baza kućnih ljubimaca donora krvi“

Slika 2 Brzi test za tipiziranje DEA 1.1 krvne grupe pasa

Slika 3 Brzi test za tipiziranje mačjih krvnih grupa

Slika 4 Vrećica zatvorenog sustava za prikupljanje krvi

Slika 5 Vađenje krvi iz cefalične vene psa za transfuziju

Slika 6 Vađenje krvi iz cefalične vene mački za transfuziju

Slika 7 Vrećica za prikupljanje krvi kod mačaka

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KRVNI PRIPRAVCI.....</b>	<b>2</b>
2.1. AUTOTRANSFUZIJA.....	4
2.2. KSENOTRANSFUZIJA .....	4
2.3. PRIPREMA KRVNIH PROIZVODA ZA TRANSFUZIJU .....	5
<b>3. INDIKACIJE ZA TRANSFUZIJU .....</b>	<b>6</b>
3.1. ANEMIJA .....	6
3.2. KOAGULOPATIJE .....	7
3.3. HIPOPROTEINEMIJA .....	8
3.4. HIPOVOLEMIJA.....	8
<b>4. DONORI KRVI.....</b>	<b>9</b>
4.1. ODABIR DONORA (PAS).....	11
4.2. ODABIR DONORA (MAČKA).....	13
<b>5. KRVNE GRUPE PASA.....</b>	<b>14</b>
5.1. DEA 1 .....	15
5.2. DEA 3 .....	16
5.3. DEA 4 .....	16
5.4. DEA 5 .....	16
5.5. DEA 7 .....	16
5.6. DAL .....	17
5.7. KRVNA GRUPA DAVATELJA .....	17
5.8. KRVNA GRUPA PRIMATELJA.....	17
<b>6. TIPIZIRANJE KRVNIH GRUPA (PSI) .....</b>	<b>18</b>
6.1. CROSS MATCHING (PSI).....	19
6.2. GEL AGLUTINACIJSKI TEST .....	20
6.3. IMUNOKROMATOGRAFSKA METODA.....	20
<b>7. KRVNE GRUPE MAČAKA.....</b>	<b>21</b>
<b>8. TIPIZIRANJE KRVNIH GRUPA (MAČKE) .....</b>	<b>24</b>
8.1. SUSTAV KARTICA .....	24
8.2. DRUGE METODE .....	25
<b>9. POSTUPAK TRANSFUZIJE .....</b>	<b>26</b>
<b>10. PROVOĐENJE TRANSFUZIJE.....</b>	<b>34</b>
<b>11. TRANSFUZIJSKE REAKCIJE .....</b>	<b>35</b>

<b>12.</b>	<b>ZAKLJUČAK.....</b>	<b>38</b>
<b>13.</b>	<b>SAŽETAK.....</b>	<b>39</b>
<b>14.</b>	<b>SUMMARY.....</b>	<b>40</b>
<b>15.</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>41</b>
<b>16.</b>	<b>ŽIVOTOPIS.....</b>	<b>44</b>



## 1. UVOD

Transfuzija je čest i ponekad nužno potreban terapijski postupak u spašavanju i liječenju kritično bolesnih životinja. U medicini se transfuzija definira kao postupak intravenskog davanja pune krvi ili krvnih pripravaka tj. proces prenošenja krvi iz krvožilnog sustava jedne jedinke u krvožilni sustav druge jedinke. Krvni pripravci i krv mogu biti svježi ili pohranjeni. Potrebu za transfuzijom kod bolesne jedinke doktor veterinarske medicine utvrđuje anamnezom, kliničkim pregledom te na osnovi rezultata laboratorijskih nalaza i po potrebi, dodatnih dijagnostičkih postupaka. Stanja koja zahtijevaju transfuziju krvi su anemije koje ugrožavaju život jedinke zbog akutnog krvarenja ili gubitka krvi prilikom kirurškog zahvata, koagulopatije, hemolize nastale djelovanjem toksina ili lijekova i imunološki posredovane bolesti.

Iako se postupak transfuzije koristi kako bi se pomoglo pacijentu, moguće su i nuspojave opasne po život. Kako bismo izbjegli nuspojave, odnosno maksimalno smanjili rizik njihove pojave, bitno je upotrijebiti ispravne krvne proizvode, izvršiti pretragu krvi davatelja i primatelja te njihovu međusobnu podudarnost.

## **2. KRVNI PRIPRAVCI**

U razvijenim zemljama rasprostranjena uporaba svježe/skladištene pune krvi smanjila se zbog dostupnosti komponentne terapije tj. terapije krvnim pripravcima koja štiti pacijenta jer minimalizira izloženost nepotrebnim komponentama krvi te na taj način smanjuje rizik od neželjenih transfuzijskih reakcija i omogućuje specifičnu tj. ciljanu terapiju. Također, krvne komponente mogu se bolje iskoristiti jer se krv jednog davatelja može koristiti za 3 primatelja, a pacijentu se transfundira manji ukupni volumen što smanjuje rizik od volumnog preopterećenja krvotoka. Krvni pripravci dobivaju se odvajanjem pune krvi na crvene krvne stanice (eritrocite) i na komponente plazme koje se potom pohranjuju do primjene. Međutim, treba naglasiti da su komercijalne banke krvi koje osiguravaju krvne pripravke klinikama, izuzetan materijalni trošak zbog posebne opreme, testiranja na krvne grupe i testiranja na razne bolesti. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK. 2016.)

**TABLICA 1: Krvne komponente** (preuzeto od: KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

	<b>SADRŽAJ</b>	<b>SKLADIŠTENJE</b>	<b>INDIKACIJE</b>
<b>SPK</b>	eritrociti, leukociti, trombociti, faktori koagulacije, proteini plazme (albumini, antitrombin III, globulini, elektroliti)	do 8 sati na sobnoj temperaturi	anemije s koagulopatijom, trombopatijom ili teškom trombocitopenijom, traumatske ozljede i izrazito krvarenje
<b>PPK</b>	eritrociti i proteini plazme (albumini i antitrombin III), siromašna koagulacijskim faktorima V i VIII	na 4°C do 35 dana ovisno o upotrjebljenoj otopini antikoagulansa	anemije s koagulopatijom nije odgovarajuća za stanja poput trombocitopenije, trombopatije, hemofiliju A i von Willebrandovu bolest
<b>KPE</b>	eritrociti, leukociti, neodrživi trombociti, mali udio plazme i antikoagulans	skladište u hladnjaku na 1-6°C od 35 do 42 dana	teške regenerativne anemije uzrokovane hemolizom neregenerativne anemije s kroničnom upalnom bolešću, nedostatkom željeza, zaraznim bolestima, neučinkovitom eritropoezom, poremećajima koštane srži, reakcijama na lijekove, bolesti srca
<b>SSP</b>	svi koagulacijski faktori, albumini, globulini i antikoagulans	zamrzava se na $\leq -18^{\circ}\text{C}$ do 12 mjeseci nakon jedne godine reklasificira se u smrznutu plazmu (koja se može čuvati 4 godine)	stečena koagulopatija (DIK, zatajenje jetre, toksičnost varfarina te antagonizam ili nedostatak vitamina K) nasljedna koagulopatija (von Willebrandovu bolest, hemofilija A, hemofilija B) hipoproteinemija
<b>PBT</b>	trombociti, svi faktori koagulacije albumini i globulini	na sobnoj temperaturi do 5 dana	izražena trombocitopenija s kritičnim krvarenjem, trombocitopatije
<b>KT</b>	trombociti, mali udio svježe plazme	na sobnoj temperaturi do 5 dana	izražena trombocitopenija s kritičnim krvarenjem, trombocitopatije
<b>SKT</b>	Trombociti, mali volumen plazme, 6% dimetil sulfoksida	na $\leq -18^{\circ}\text{C}$ do 6 mjeseci	izražena trombocitopenija s opsežnim krvarenjem, trombocitopatije
<b>LTP</b>	liofilizirani trombociti pasa	na 1-6°C do 24 mjeseca	izražena trombocitopenija s opsežnim krvarenjem trombocitopatije
<b>KP</b>	koncentrirani faktori VIII, XI, XII, von Willebrandov faktor, fibrinogen i fibronektin	na $\leq -18^{\circ}\text{C}$ do 12 mjeseci	hemofilija A (nedostatak faktora VIII), deficijencija fibrinogena ili von Willebrandove bolesti

**SPK-svježa puna krv, PPK-pohranjena puna krv, KPE-krvni proizvodi od eritrocita, SSP-svježe smrznuta plazma, PBT-plazma bogata trombocitima, KT-koncentrat trombocita, SKT-smrznuti koncentrat trombocita (očuvan 6%-tnim dimetil sulfoksidom), LTP-liofilizirani trombociti pasa, KP-krioprecipitat.**

## **2.1. AUTOTRANSFUZIJA**

Autotransfuzija je proces u kojem se prikupljena autologna krv pacijenta ponovno transfundira istom pacijentu. Takav način transfuzije omogućuje:

- euvolemiju
- pH uravnoteženost
- antigensku kompatibilnost
- ne postoji rizik od prijenosa bolesti

Autotransfuzija može imati i negativne posljedice poput hemolize, diseminirane intravaskularne koagulopatije (DIK), sepse i embolije. Autologna krv koristi se u pacijenata u kojih se očekuje krvarenje tijekom operacije te kada se perioperativno dogodi aktivno krvarenje. (DEIRDRE CHIARAMONTE, 2004.)

## **2.2. KSENOTRANSFUZIJA**

Ksenotransfuzija je postupak u kojem se krv jedinke jedne vrste životinje transfundira jedinki druge vrste. Tijekom povijesti bilo je dosta pokušaja transfuzije među vrstama, ali takva praksa je napuštena zbog visokog rizika od akutnih hemolitičkih reakcija. U modernoj veterinarskoj medicini zabilježeni su slučajevi transfuzije između psa donora i mačke primatelja koji su bili uspješni, ali takva ksenotransfuzija klinički je prihvatljiva samo u iznimnim, hitnim situacijama u kojima ne postoji nikakvo drugo rješenje uz mogućnost fatalnih posljedica na koje je potrebno upozoriti vlasnika. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

### 2.3. PRIPREMA KRVNIH PROIZVODA ZA TRANSFUZIJU

Skladištena puna krv i krvni proizvodi od eritrocita sadrže crvene krvne stanice koje su pri porastu temperature (prilikom zagrijavanja) sklone hemolizi. Također, zagrijavanjem se stvara pogodan medij za proliferaciju mikroorganizama, pa ukoliko je potrebno zagrijavati krvne proizvode sa eritrocitima, nužno je staviti vrećicu krvi u dodatnu vrećicu sa zatvaračem te u vodenu kupelj pri čemu temperatura ne smije biti viša od 37°C.

Shodno navedenom, krvni proizvodi zagrijavaju se samo u slučaju:

- hipotermije pacijenta
- prilikom transfuzije velikog volumena krvi u kratkom vremenu
- male tjelesne mase pacijenta
- neonatalnih pacijenata

U svim ostalim slučajevima krv će se za vrijeme samog trajanja transfuzije postepeno zagrijati na vrijednost sobne temperature (odgovara temperaturi infuzijskih otopina).

Zamrznute proizvode od plazme nužno je prije aplikacije odmrznuti. Zamrznuta plazma stavlja se također u vrećicu sa zatvaračem i vodenu kupelj čija temperatura ne smije premašiti 37°C. Prije upotrebe, krvne proizvode potrebno je uvijek vizualno pregledati te ne koristiti plazmu koja je promjenila boju (mutna, ljubičasta, smeđa ili crvena). Isto vrijedi i za eritrocite koji su promijenili boju (svijetlo crvena, ljubičasta itd.). Također, ne koriste se ni proizvodi kod kojih postoji zona hemolize niti ako su vidljivi krvni ugrušci i crvene krvne stanice u segmentima koje su svjetlije od onih u vrećici. Pohranjeni proizvodi od trombocita odbacuju se iz uporabe ako su uočene prekomjerne nakupine. (CAROLYN A. SINK, 2017.)

### 3. INDIKACIJE ZA TRANSFUZIJU

Krv i krvni proizvodi koriste se za liječenje različitih patoloških stanja poput anemije radi krvarenja, hemolize ili smanjene eritropoeze, sepse, DIK-a, koagulopatija općenito, imunološki posredovanih bolesti, teških regenerativnih anemija, neonatalne izoeritrolize u mačića te pri liječenju deficita specifičnih faktora grušanja krvi.

Načelno, indicirano je izvršiti transfuziju kada hematokrit padne ispod 20% kod pasa te ispod 12-15% kod mačaka, kao i ako je izgubljeno 30% i više ukupnog volumena krvi. (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)

Kod kroničnih anemija (npr. kronično zatajenje bubrega), ukoliko je pacijent stabilan hematokrit 20 % nije indikacija za transfuziju. Naime, kod pacijenata kod kojih bilježimo spor i postepeni pad hematokrita, organizam ima vremena adaptirati se na stanje anemije te oni neće pokazivati tipične kliničke znakove (tahikardija, tahipneja, izrazito bljedilo sluznica, promjenjeni CRT) čak ni pri nižim vrijednostima hematokrita. Kod ovakvih pacijenata, potrebne su redovne kontrole krvne slike i općeg stanja, pa transfuziju provodimo u slučaju pogoršanja, često pri hematokritu 16-18%.

#### 3.1. ANEMIJA

Deficit volumena crvenih krvnih stanica u cirkulaciji i/ili smanjena količina hemoglobina definira se kao anemija. Prosuđujemo je na osnovi referentnih vrijednosti koncentracije eritrocita, hematokrita i hemoglobina. Glavna tri razloga nastanka anemije su:

- prekomjeran gubitak krvi (hemoragija)
- prekomjerno uništavanje crvenih krvnih stanica (hemoliza) ili
- nedovoljna proizvodnja eritrocita (nedostatna eritropoeza)

Anemija rezultira smanjenom sposobnosti transporta kisika do tkiva pa se posljedično razvija hipoksija. Prisutnost hemoglobina nužna je kako bi se osigurala adekvatna oksigenacija tkiva. Perakutna anemija često se očituje znacima hipovolemije pa je stoga treba klinički sagledati odvojeno od hipovolemije. Znaci hipovolemije uključuju produljeno vrijeme ponovnog punjenja kapilara (CRT- engl. *capillary refilling time*), slab periferni puls, tahikardiju, suhe sluznice te smanjen centralni venski tlak, ali s hematokritom u referentnom rasponu.

Kristaloidne i koloidne otopine koriste se za nadoknadu volumena no, ne isključuju mogućnost transfuzije.

Kod pasa sa kroničnim anemijama dolazi do smanjenja broja eritrocita, ali intravaskularni volumen je normalan stoga je u takvim slučajevima prikladna transfuzija krvnih pripravaka od eritrocita. Kronična anemija pogodnija je za organizam od akutne anemije zbog učinka kompenzacijskih mehanizama. Klinički znakovi kronične anemije uvelike ovise od razini aktivnosti pacijenta kao i o samoj bolesti koja je uzrokovala kroničnu anemiju. Pacijentima s kroničnom anemijom transfuzija je indicirana ukoliko dođe do pojave slabosti, ubrzanog disanja pri mirovanju i/ili nesvjesticke.

Valja naglasiti da je cilj transfuzije stabilizirati pacijenta i osigurati oksigenaciju tkiva kako bi se omogućili daljnji dijagnostički postupci čija je svrha postavljanje konačne dijagnoze te liječenje. Koncentracija hemoglobina ili vrijednost hematokrita, pojava anemije (akutna naspram kronične) i prisutnost kliničkih znakova (slabost, letargija, tahikardija, tahipneja, kolaps i slabi periferni puls) su čimbenici na osnovu kojih procjenjujemo potrebu za transfuzijom. (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)

### **3.2. KOAGULOPATIJE**

Koagulopatije su poremećaji u procesu koagulacije krvi zbog disfunkcije čimbenika grušanja te spadaju u skupinu hemoragijskih dijateza. Mogu biti stečene ili nasljedne, a javljaju se i sekundarno zbog gubitka čimbenika grušanja radi traume ili maligne bolesti. S obzirom da se koagulopatije očituju deficitom koagulacijskih faktora i različitih proteina plazme, najbolji izbor za transfuziju su proizvodi plazme. Identifikacija i dijagnoza koagulopatija važni su kako bi se odredila odgovarajuća terapija. Primarni poremećaji hemostaze poput von Willebrandove bolesti (nedostatak von Willebrandovog faktora) i hemofilije A liječe se transfuzijom krioprecipitata ili svježe smrznute plazme.

U liječenju stečenih poremećaja krvarenja poput bolesti jetre i DIK-a preporučuje se svježe smrznuta plazma.

Kao potporna terapija antagonizma ili deficita vitamina K uzrokovanih toksičnošću rodenticida (antikoagulanasa) koriste se svježe smrznuta ili pohranjena plazma. Psima s pankreatitisom i razvojem sepse ili sindromom sistemskog upalnog odgovora moguće

je dati svježe smrznutu plazmu jer sadrži inhibitore proteaza, ali ovakva praksa nije klinički dokazana. (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)

### **3.3. HIPOPROTEINEMIJA**

Hipoproteinemija je stanje smanjene koncentracije proteina (bjelančevina) u krvi uzrokovano:

- povećanim gubitkom proteina (npr. proteinurija, enteropatije s gubitkom proteina) koje se javljaju kod krvarenja te u okviru bolesti bubrega i crijeva
- smanjenom proizvodnjom (npr. zatajivanje jetre)
- smanjenim unosom proteina hranom

Zbog kratkog zadržavanja transfundiranih albumina u cirkulaciji korist od transfuzije plazme kod hipoproteinemije je ograničavajuća. Za liječenje hipoproteinemije preporučene su alternativne metode poput sintetičkih koloida ili hiperalimentacije. (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)

### **3.4. HIPOVOLEMIJA**

Hipovolemija se odnosi na nedostatak volumena u krvožilnom sustavu što znači da se smanjuje količina cirkulirajuće krvi. Hipovolemija može biti uzrokovana traumama poput ugriza ili automobilskih nesreća, a dovodi do po život opasnog hipovolemijskog šoka. Nužno je transfuzijom nadoknaditi izgubljeni volumen, a pri tome kontinuirano kontrolirati nalaze, posebno vrijednosti proteina i hematokrita. Ukoliko nije moguće primijeniti transfuziju, pacijentu treba krvni volumen nadoknaditi intravenskom infuzijom kristaloidnim i koloidnim otopinama. (PETAK i sur., 2015.)



## 4. DONORI KRVI

Postoji nekoliko mogućnosti doniranja krvi u veterinarskoj medicini. Prva je ustroj komercijalnih banaka krvi životinja koje mogu opskrbljivati veterinarske bolnice, ambulante i stanice na lokalnoj, regionalnoj ili nacionalnoj razini, međutim takve komercijalne banke iziskuju znatan financijski trošak. Nadalje, upitno je tko bi bili donori krvi ("dobrovoljni" donori koji su kućni ljubimci ili životinje iz raznih ustanova poput skloništa za životinje, životinje iz rehabilitacijskih ustanova ili terminalni davatelji) te kako bi se takvi proizvodi naplaćivali. Moguće je ustrojavanje davatelja u vlasništvu klinike čija je prednost stalna dostupnost, ali nedostaci su veća cijena održavanja i etnička opravdanost takvog načina iskorištavanja životinja. (PETAK i sur., 2015.)

U donorske programe mogu se ubrojiti "dobrovoljni" davatelji krvi (životinje čiji vlasnici dobrovoljno pristaju da se njihovom ljubimcu uzme krv) koji su trenutno u Republici Hrvatskoj najzastupljenija skupina. Naime, postoji oformljena baza podataka pod nazivom „Ljubimci donori- Baza kućnih ljubimaca donora krvi“ gdje vlasnici unaprijed u sustav prijavljuju svoje ljubimce, a u potrebnim situacijama se pozivom vlasnika čiji su ljubimci u bazi donora poziva na transfuziju. Prednosti takve prakse su:

- podizanje svijesti vlasnika na vrijednost veterinarske medicine u društvu
- planirano uzimanje krvi
- smanjenje materijalnih troškova

Međutim, takva praksa zahtjeva planiranje unaprijed, gubi se vrijeme potrebno za dolazak donora u slučaju hitne transfuzije te postoji mogućnost da se vlasnik životinje predomisli i ne dođe. (PETAK i sur., 2015.)

LJUBIMCI DONORI

BAZA KUĆNIH LJUBIMACA DONORA KRV

BAZA LJUBIMACA DONORA

Lokacija	Kvart	Telefon	Ime psa	Težina	Godište	Ime Vlasnika
Zagreb	Borovoje	0968774052	Pika	25	2019.	Tina
Zadar	Zadar	098210933	AgapeEiff	40	2015./2018.	Maja
Rijeka	Rijeka	0919425665	Don	36	2019.	Eli
Rijeka	Rijeka	0919425665	Aros	35	2013.	Robi
Veliki Grđevac	Veliki Grđevac	0994206191	Had	38	2017.	Elena
Cista Provo	Cista Provo	0953777331	Gas	32	2018.	Mario
Karlovac	Novi coniar	098879808	Vita	30	2015.	Iva
Zagreb	Dubrava	0953644114	Kala	27	2018.	Marko
Zagreb	Travno	0958158945	Mivica	47	2020.	Dorothea
Kastav	Čakovci	0919094391	Lili	40	2018.	Enni
Dugo Selo	Brcovljani	0988375010	Lilli	45	2019.	Dragana
Rovinj	Rovinj	0957683918	Wedd	55	2016.	Maja
Mošćenička Draga	Kraj 18	0915098168	Poldi	29	2019.	Tea
Rijeka	Krmpovo	0917367439	Yumi	24	2015.	Larsa
Rijeka	Dronova	0981808430	Marley	22	2020.	Luka
Karlovac	Dubovac	098557009	Kali	35	2013.	Vesna
Zagreb	Borongaj	0994550733	Thor	38	2016.	Tajana
Zagreb	Criomerec	0996173873	Buba	27	2017.	Iva
Zagreb	Travno	0958158945	Ultra	47	2017.	Dorothea
Crikvenica	Jadransovo	0958121024	Charlie	31	2016.	Adriano
Zagreb	Siget	0992594167	Raz	31	2016.	Tamara
Zadar	Voslarnica	0917817906	Lowie	45	2015.	Ella

Slika 8 Prikaz internetske baze „Ljubimci donori- Baza kućnih ljubimaca donora krvi“

Darivateljska praksa može biti osigurana i u zamjenu za pogodnosti poput besplatnih godišnjih cijepljenja, pregleda ili u vidu besplatne hrane za pse. Vlasnici životinja mogu unaprijed biti pozvani kako bi njihovi ljubimci donirali krv ili mogu biti pozvani u trenutku kada je krv potrebna. Skloništa za životinje mogu pružati usluge darivanja krvi ukoliko državni zakoni to dopuštaju, ali puno je etičkih razloga zašto se takve životinje ne bi trebale koristiti kao davatelji. Nadalje, to poskupljuje proces transfuzije zbog raznih testova koji se moraju provoditi (zarazne i metaboličke bolesti) jer se većini pasa u skloništimima ne zna podrijetlo.

Terminalni davatelji su životinje koje su zbog bihevioralnih, pravnih ili medicinskih razloga određeni za eutanaziju, a čije se zdravstveno stanje, u slučaju da je i narušeno, ne odražava na kvalitetu njihove krvi. Prednost takvih davatelja jest veliki volumen krvi kojeg je moguće uzeti (do 50% ukupnog volumena). (PETAK i sur., 2015.)

Mačke, kao donori najčešće zahtijevaju sedaciju i anesteziju kako bi se omogućilo atraumatsko darivanje krvi. Zato su neke banke krvi odlučile u vlasništvu imati mačke koje nakon određenog broja donacija ili vremena provedenog u programu odlaze u udomiteljske obitelji. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

#### 4.1. ODABIR DONORA (PAS)

Psi koji mogu biti donori za transfuziju krvi moraju:

- biti dobrog zdravstvenog stanja
- blage naravi
- lako pristupačnih vena
- starosti 1-8 godina
- tjelesne mase minimalno 25 kg

Donori stariji od 8 godina mogu darivati krv samo u iznimnim slučajevima i pod pojačanim nadzorom. Pas mora biti teži od 25 kilograma kako bi se omogućilo punjenje standardne humane vrećice za sakupljanje krvi od 450 ml.

Međutim, u slučajevima kada je primatelj male tjelesne mase (pa mu je potreban znatno manji volumen krvi) moguće je krv uzeti i od donora tjelesne mase 16-25kg (prema istoj formuli). Međutim prije samog uzimanja krvi takvom donoru potrebno je iz transfuzijske vrećice izvaditi proporcionalni volumen antikoagulansa. Donor bi morao biti cijepljen po naređenim državnim mjerama te profilaktički, protiv psećih zaraznih bolesti sa redovitom dehelmintizacijom. Valja naglasiti da bi trebalo proći minimalno 10 do 14 dana od cijepljenja do dobrovoljnog davanja krvi.

Svaki pas donor mora proći kliničku procjenu prije svakog uzimanja krvi što uključuje uzimanje anamneze, klinički pregled te povijest bolesti. Jedinka bi trebala biti zdrava, a ukoliko postoji sumnja na bolest ili poremećaj koji bi negativno utjecali na ishod transfuzije (kod davatelja ili primatelja) trebalo bi odustati od transfuzije i potražiti drugog potencijalnog donora. Povraćanje, piodermija, kirurški implantati, proljev, ugrizne rane, apscesi te povišena temperatura kontraindikacije su za uzimanje krvi donoru. Nužno je da vlasnik donora obavijesti veterinara o pojavi bolesti, a na godišnjoj bazi preporučuje se preventivno obaviti kontrolu krvne slike, biokemijskih pokazatelja, pretragu urina i koprološku pretragu. Prije svake donacije krvi obavlja se određivanje hematokrita i koncentracija proteina u krvi davatelja. Poželjna pasmina za darivanje krvi je hrt zbog visoke vrijednosti hematokrita, a trebalo bi izbjegavati akita inu pasmine radi visoke koncentracije kalija u eritrocitima. Dobermane bi trebalo testirati na von Willebrandovu bolest.

Dugo se smatralo da kuje koje su tijekom života bile gravidne nisu prikladni darivatelji krvi zbog antitijela koja mogu razviti kuje negativne na DEA 1.1 krvnu grupu koje se pare sa mužjacima pozitivnim na DEA 1.1. čime se povećava rizik od transfuzijske reakcije. Međutim, novija istraživanja opovrgnula su teoriju da gravidnost potiče stvaranje antitijela.

Međutim, gravidne kuje ne smiju se koristiti kao donori radi mogućih posljedica po zdravlje kuje i njenih plodova. Nadalje, donora bi trebalo podvrgnuti testovima na zarazne i parazitarne bolesti ovisno o epizootiološkoj situaciji (npr. *Babesia spp.*, *Mycoplasma spp.*, *Anaplasma*, *Leishmania spp.*, *Dirofilaria immitis*, *Brucella canis*, *Borrelia burgdorferi*, *Ehrlichia spp.*, *Neorickettsia spp.*, *Bartonella vinsoni*, *Trypanosoma cruzi* i *Angiostrongylus vasorum*). Promijena globalne klime i česta putovanja kućnih ljubimaca predstavljaju izazov veterinarima koji bi redovito trebali prilagođavati svoje protokole na zarazne bolesti te retestirati životinje s obzirom na rizik od izloženosti. Buhe koje uzrokuju lakšu infestaciju nisu rizik za zdravlje psa primatelja niti davatelja ukoliko nisu prouzročile anemiju.

Valjalo bi odbiti donore koje koriste lijekove jer većina lijekova ima potencijalni neželjeni učinak na kvalitetu donirane krvi. Psi koji su tijekom života sami primili transfuziju ne bi se smjeli koristiti kao donori zbog mogućeg razvoja antitijela uslijed prethodne nepodudarnosti. Prema tome, psi nepoznatog podrijetla nisu poželjni davatelji. (PETAK i sur., 2015)

## 4.2. ODABIR DONORA (MAČKA)

Mačke bi kao donori krvi trebale bi biti klinički zdrave jedinke, s lako dostupnim venama, starosti od 1 do 10 godina, tjelesne mase preko 4 kilograma, bez da su prethodno primile transfuziju. Mačke koje borave vani nisu prikladni davatelji krvi zbog mogućnosti prijenosa zaraznih bolesti. Mačke koje mogu darovati krv trebaju biti cijepljene protiv:

- mačjeg kalicivirusa
- herpesvirusa
- panleukopenije
- zaraznog rinotraheitisa
- klamidije
- mačje leukemije

Svakako trebaju redovito biti dehelmintizirane. Gravidne mačke ne bi se trebale koristiti kao donori zbog mogućeg nanošenja stresa majci i plodovima.

Prije uzimanja krvi potencijalne jedinke trebale bi biti klinički pregledane sa prethodno uzetom anamnezom. Nadalje, takvim se jedinkama vadi krv za dijagnostičke pretrage i tipizaciju krvi. Mačke donore treba se testirati standardnim enzimatskim imunosorbentnim testom (ELISA, Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) na virus mačije leukemije (FeLV, engl. Feline Leukemia Virus) i virus mačije imunodeficijencije (FIV, engl. Feline immunodeficiency virus). Lančanom reakcijom polimerazom (PCR, engl. Polymerase chain reaction) nužno je testirati potencijalne davatelje na *Haemotropic Mycoplasma spp.*. Također, razmotriti treba testiranje mačaka koje su boravile u endemskim područjima ili su bile izložene krpeljima ili drugim prenosnicima na *Babesia spp.*, *Ehrlichia*, *Cytauxzoon felis*, *Anaplasma phagocytophium*, *Dirofilaria immitis* i *Neorickettsia*. Stanja koja isključuju mogućnost darivanja krvi su:

- abnormalnosti u krvnoj slici
- seropozitivne životinje na neku od mačjih zaraznih bolesti
- fizičke abnormalnosti (poput srčanih šumova) (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)

## 5. KRVNE GRUPE PASA

Glikolipidi i glikoproteini su vrsno specifični antigeni koji se nalaze na površini eritrocita i definiraju krvne grupe. Antigeni mogu izazvati reakciju koja kao posljedicu ima stvaranje anti-eritrocitnih antitijela. Psi rijetko imaju prirodna antitijela (odnosno, imaju ih za krvne grupe DEA 3, DEA 5 i DEA 7, ali ne i za DEA 1.1 i DEA 1.2), iz tog razloga primanje prve transfuzije čak i bez provođenja testova kompatibilnosti ne predstavlja rizičan postupak (korist od transfuzije nadmašuje rizik od mogućih posljedica). Međutim, ukoliko pas koji je već tijekom života primio transfuziju, primi nekompatibilnu krvnu grupu razvit će antitijela pa druga (i sve sljedeće) transfuzija može biti visoko rizična. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK)

Iako postoje brojni sustavi za određivanje krvnih grupa pasa, najzastupljenija je DEA (engl. dog erythrocyte antigen). Po DEA nomenklaturi svaki pas zbog dvoalelnosti krvnih grupa može biti pozitivan ili negativan na sve DEA krvne grupe ovisno o prisutnosti ili odsutnosti eritrocitnih antigena na staničnoj membrani. Svaka kompletna pseća krvna grupa ovisi o kombinaciji antigena na površini membrane eritrocita. Na temelju seroloških istraživanja opisano je više od 13 krvnih grupa pasa, ali je internacionalno priznato samo 8. To su DEA 1.1, DEA 1.2, DEA 3, DEA 4, DEA 5, DEA 6, DEA 7 i DEA 8. Ne postoji DEA 2 krvna grupa. Antiserumi postoje za sve priznate krvne grupe osim za DEA 6 i DEA 8. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

Krvna grupa DEA 1 sadrži najmanje 2 podtipa; DEA 1.1 i DEA 1.2, a pas može biti negativan na oba ili pozitivan na jedan od njih. Međutim, opisan je i treći podtip (DEA 1.3) krvne grupe DEA 1 koji zbog manjka tipizirajućih antiseruma nije detaljno istražen. Istraživanja koja još traju dokazuju postojanje antigena koji nisu u korelaciji s poznatim DEA antigenima. Jedan takav antigen je visokofrekventni antigen po imenu Dal koji još nije dobio svoju DEA oznaku. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

Nedavno je dokazano i postojanje antigena Kai 1 i Kai 2 (C.C EULER, J.H. LEE, H.Y.KIM, K. RAJ, K. MIZUKAMI, U. GIGER, 2016)

## 5.1. DEA 1

Krvna grupa DEA 1 sastoji se od tri antigena (DEA 1.1, DEA 1.2, DEA 1.3) i nultog fenotipa koji označava da pas ne nosi gene za ekspresiju antigena. Antigenski sustav DEA 1 krvne grupe izaziva najviše akutnih hemolitičkih reakcija ukoliko dođe do nepodudarnosti. Polikonskim antiserumima dokazuju se podtipovi DEA 1 antigeneskog sustava, a najčešće su posljedica razlike u broju molekula i biokemijskom sastavu antigena koji se nalaze na površini eritrocitne membrane. DEA 1.1 je najčešći antigen i nalazimo ga u 62% pasa. DEA 1.2 i DEA 1.3 rjeđe su izraženi na eritrocitima. DEA 1.1 antigen je najdominantniji, zatim je DEA 1.2, DEA 1.3 pa nulti fenotip. (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)

Psi mogu biti pozitivni na jedan antigena (DEA 1.1 ili DEA 1.2) poput zlatnog retrievera, labradora ili rotvajlera ili pak mogu biti negativni na oba (hrtovi, njemački ovčari). DEA 1.3 pozitivan pas negativan je na DEA 1.1 i DEA 1.2 krvnu grupu. Krvna grupa DEA 1.1 je najreaktivnija i za nju nije ustanovljeno prirodno postojanje antitijela. Kod prve transfuzije međusobno nepodudarnih grupa ( npr. ukoliko DEA 1.1 pozitivan donor daje krv DEA 1.1 negativnom psu) ne dolazi do akutnih transfuzijskih reakcija, ali se stvaraju antitijela na antigene koje primatelj ne posjeduje najranije 5 dana nakon transfuzije što će prouzročiti odgođenu hemolitičku reakciju nakon 7 do 14 dana posttransfuzijski. Ukoliko takav pas treba drugi puta primiti krv bitno je napraviti testove određivanja krvnih grupa ili mu dati krv DEA 1 negativnog psa kako ne bi došlo do po život opasne, akutne hemolitičke reakcije i destrukcije svih transfundiranih eritrocita tijekom prvih 12 sati. Slična reakcija odvija se ukoliko se senzibiliziranom psu da krv DEA 1.2 krvne grupe, no reakcija je blaža te dolazi do destrukcije eritrocita u prvih 24 sata post-transfuzijski. Opisano je postojanje neonatalne izoeritrolize ukoliko se kuja koja je senzibilizirana i negativna na DEA 1.1 krvnu grupu pari sa psom pozitivnim na DEA 1.1. (dolazi do hemolitičke bolesti novorođenih štenaca koji su DEA 1.1 pozitivni) (PETAK i sur., 2015.)

## **5.2. DEA 3**

DEA 3 sustav sastoji se od nultog fenotipa i antigena DEA 3 koji je rijedak u općoj populaciji pasa. Najčešće se ovaj antigen susreće kod pasa uzgajanih u Americi i Japanu. Istraživanja su dokazala da 20% populacije pasa u Americi prirodno posjeduje antitijela na DEA 3 antigen. Ta antitijela ne uzrokuju akutne transfuzijske reakcije, ali mogu izazvati odgođene transfuzijske reakcije, to jest odgođenu hemolizu. (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)

## **5.3. DEA 4**

DEA 4 čini jedan antigen i nulti fenotip, a antigen je uobičajeno izražen u 98% svih pasa. Psi koji su samo DEA 4 pozitivni najčešće se kategoriziraju kao „univerzalni donori“. S obzirom da je samo 2% populacije pasa negativno na DEA 4, nema veliku transfuzijsku značajnost. (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)

## **5.4. DEA 5**

Samo 10% opće populacije pasa koji prethodno nisu primili transfuziju krvi ima prirodna antitijela na antigen DEA 5. Ukoliko dođe do nekompatibilnosti, razvit će se odgođena transfuzijska reakcija u kojoj se eritrociti sekvstriraju i prerano gube iz cirkulacije. (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)

## **5.5. DEA 7**

Unutar DEA 7 postoje dva antigena; DEA 7 i DEA7' te nulti fenotip. DEA 7 i DEA 7' je antigen koji se nalazi u cirkulaciji i pasivno se veže za membranu eritrocita. Ovi antigeni mogu se pronaći u plazmi bez eritrocita kao što mogu i difundirati u slinu. Antitijela na DEA 7 sustav prisutni su u 20-40% opće populacije pasa stoga je potencijal za transfuzijsku reakciju na DEA 7 krvnu grupu relativno velik. Međutim, kako ovaj antigen nije sastavni dio eritrocita dolazi do niske koincidencije transfuzijskih reakcija. Ukoliko dođe do nesklada krvnih grupa nastat će odgođena hemolitička reakcija sa ubrzanim uklanjanjem eritrocita iz cirkulacije. (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)



## **5.6. DAL**

Nedostatak Dal antigena otkriven je u dalmatinske pasmine, a većina drugih pasmina je Dal pozitivna. Ukoliko, Dal negativni pas primi krv Dal pozitivnog psa nakon što je prethodno senzibiliziran, doći će do razvoja hemolitičke transfuzijske reakcije. (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)

## **5.7. KRVNA GRUPA DAVATELJA**

S obzirom na antigensku raznovrsnost, idealni univerzalni davatelj trebao bi biti negativan na DEA 1.1, DEA 1.2, DEA 3, DEA 5 i DEA 7 te pozitivan na DEA 4 krvnu grupu. Međutim, nisu svi antigeni jednako potentni pa je primarno bitno da davatelj bude negativan na DEA 1.1 i DEA 1.2 (sprečava se umjerena do teška hemolitička reakcija). (PETAK i sur., 2015.)

## **5.8. KRVNA GRUPA PRIMATELJA**

Prva transfuzija može se obaviti kod svih pasa bez da se prethodno testira krvna grupa primatelja zato što prirodno ne postoje antitijela na DEA 1.1 i DEA 1.2, a upravo nekompatibilnost tih krvnih grupa izaziva akutnu hemolitičku reakciju. Tipizacija primatelja nije nužna, ali bi je valjalo obaviti ukoliko se očekuje više transfuzija. S obzirom na to, najbolje bi bilo u transfuziji koristiti pse koji su DEA 1.1 negativni kako bi se izbjegla nepotrebna nepodudarnost. (PETAK i sur., 2015.)

## 6. TIPIZIRANJE KRVNIH GRUPA (PSI)

Pre-transfuzijsko testiranje izvodi se kako bi se izbjegao potencijalni rizik od transfuzijskih reakcija. Pre-transfuzijska testiranja obuhvaćaju serološke i ne-sereološke testove koji doprinose sigurnosti transfuzije. Nadalje, bitno je da kliničar utvrdi je li pas ikada prije primio transfuziju, je li koristi kakve lijekove te boluje li od kakve bolesti.

Testiranje započinje prikupljanjem uzorka krvi koji se potom označi jedinstvenom identifikacijskom oznakom pacijenta (ime i broj medicinske dokumentacije te datum prikupljanja uzorka). Krv se prikuplja u EDTA epruvetu s antikoagulansom, a pritom se treba paziti da ne dođe do hemolize jer hemolizirani uzorci mogu prikriti stvarnu hemolizu izazvanu antitijelima. Također, treba izbjegavati uzimanje krvi putem intravenskih kanila ili iznad prethodno postavljenih kanila kroz koje teče infuzija. Uzorak krvi ne smije biti stariji od 72 sata. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

Unatoč saznanjima o brojnim DEA antigenima kod pasa, klinički najvažnija krvna grupa je DEA 1 zbog svog visokog stupnja antigenosti. Psi koji su DEA 1 negativni prirodno nemaju antitijela za taj antigen. Ukoliko prilikom prve transfuzije DEA 1 negativnom psu damo krv DEA 1 pozitivnog psa doći će do senzibilizacije, a potom i stvaranja antitijela na DEA 1 antigene. Ako dođe do iduće transfuzije te DEA 1 negativan pas ponovno primi krv DEA 1 pozitivnog psa nastat će transfuzijska reakcija. DEA 1 pozitivni psi su „univerzalni primatelji“ jer mogu primiti krv pasa koji su pozitivni na DEA 1, ali i onih koji su negativni. S obzirom na tu činjenicu, valjalo bi u praksi pripaziti da se DEA 1 negativni donori čuvaju za DEA 1 negativne pacijente. Donore krvi trebalo bi tipizirati i upisati njihov status s obzirom na pozitivni DEA 1 ili negativni DEA 1. Prošireno tipiziranje krvi obavlja se u komercijalnim laboratorijima. „Univerzalni donori“ pozitivni su na DEA 4, a trebali bi biti negativni na DEA 3, 5 i 7. Dokazano je da 7 od 9 pasa koji su prethodno primili transfuziju eritrocitima koji su DEA 1 pozitivni postaju senzibilizirani na druge antigene eritrocita. Stoga bi se trebao obaviti tzv. „cross matching“ prije druge transfuzije. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

## 6.1. CROSS MATCHING (PSI)

Test križne reakcije je serološka metoda koja na osnovu otkrivanja prirodnih antitijela ili antitijela nastalih kao posljedica senzibilizacije (nastaje reakcija aglutinacije) određuje kompatibilnost između krvi pacijenta i donora. Uvijek postoji rizik razvijanja transfuzijske reakcije unatoč kompatibilnom testu križne reakcije stoga treba pratiti primatelja tijekom i nakon transfuzije. (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)

Test križne reakcije nije zamjena za tipiziranje krvi, ali često je jedini pristupačan u praksi. On osigurava otkrivanje prethodne senzibilizacije ili postojanje prirodno prisutnih antitijela, ali ne garantira pojavu nove senzibilizacije. Nadalje, neke životinje imaju preniktitar antitijela koji bi se mogao očitati testom pa može nastati blaga hemolitička reakcija. Također, bitno je napomenuti da se test križne reakcije mora ponoviti ukoliko prođe 5 dana od transfuzije. (PETAK i sur., 2015.)

Danas je u svijetu zastupljeno više varijanti testa križne reakcije, ali dvije najkorištenije metode su test križne reakcije u epruveti (engl. tube method) i brza aglutinacija na predmetnici (engl. rapid slide test). U praksi se koriste brzi i jednostavni križni testovi koji se obavljaju na sobnoj temperaturi, ali takav test ne otkriva antitijela koja mogu uzrokovati akutnu blagu ili odgođenu hemolitičku reakciju. (PETAK i sur., 2015.) Metoda se temelji na inkubaciji eritrocita donora i seruma primatelja, koji se zatim provjeravaju na aglutinaciju ili hemolizu. Ukoliko se uoči aglutinacija ili hemoliza krv donora ne smije se koristiti u transfuziji. Uzorci će biti nekompatibilni ukoliko pacijent ima prirodna ili inducirana antitijela na antigene koje posjeduje donor. Kompatibilni uzorci su oni u kojima ne dolazi do aglutinacije ili hemolize. Test ne jamči potpunu kompatibilnost zato što može doći do odgođenih reakcija transfuzije, reakcija na donorske proteine plazme ili reakcija na leukocite. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

Postoji i serološki test kojim se provjerava kompatibilnost između plazme donora i eritrocita pacijenta. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

## 6.2. GEL AGLUTINACIJSKI TEST

Test se provodi u mikro epruvetama u kojima je prethodno dodan gel dekstran-akrilamid. Serum pacijenta i eritrociti donora stavljaju se u gornji dio mikro epruvete, a nakon centrifugiranja aglutinanti ostaju suspendirani u gelu koji služi kao sito ukoliko su pacijent i donor nekompatibilni. Ako stanice prođu do dna epruvete znači da su primatelj i donor kompatibilni. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

## 6.3. IMUNOKROMATOGRAFSKA METODA

Ovaj oblik testa još nije zaživio u praksi, ali jednako kao i gel aglutinacijski test, jednostavan je, brz i lako ga je standardizirati. Test sadrži specifični pseći antiglobulinski reagens. Također se temelji na migraciji eritrocita. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)



*Slika 9 Brzi test za tipiziranje DEA 1.1 krvne grupe pasa IZVOR: <https://www.abrint.net/products/blood-typing-and-crossmatching-supplies>*

## 7. KRVNE GRUPE MAČAKA

U mačaka postoje krvne grupe A, B i AB. Tri alela određuju sustav krvnih grupa u mačaka. Alel A je dominantniji od alela b, a AB krvna grupa ukazuje na treći aab alel koji je koodominantan sa a alelom i b alelom. Aab alel je recesivan u odnosu na alel A, ali je dominantan u odnosu na alel b. Fenotipski krvna grupa A može biti produkt genotipa AA, Aaab ili Ab. Krvna grupa B u mačaka produkt je genotipa bb, a mačke AB mogu biti genotipa aabb ili aabaab. Mačke koje posjeduju krvnu grupu A na površini svojih eritrocita sadrže A antigen, a on je po svom kemijskom sastavu N-glikolil-neuraminska kiselina (NeuGc, engl. N-glycolyl neuraminic acid). Mačke krvne grupe B posjeduju N-acetil-neuraminsku kiselinu (NeuAc, engl. N-acetyl neuraminic acid). A antigen dominantniji je u odnosu na B antigen, ali mačke koje imaju krvnu grupu A imaju male količine NeuAc, dok mačke krvne grupe B imaju samo NeuAc. Krvna grupa AB označava jednaku količinu obje molekule na membrani eritrocita. Također, mačkama krvne grupe B nedostaje enzim hidroksilaza citidin monofosfor-N-acetilneuraminske kiseline (CMAH, engl. cytidine monophospho-N-acetylneuraminic acid hydroxylase) koji pretvara NeuAc u NeuGc. Poznavanje krvnih grupa bitno je uzgajivačima koji danas na osnovu istraživanja mogu pariti svoje mačke bez straha od neonatalne izoeritrolize. (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)

**TABLICA 2:** Nasljeđivanje krvnih grupa i fenotipa u mačaka. (preuzeto od MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)

<b>RODITELJ 1</b>	<b>RODITELJ 2</b>	<b>GENOTIP POTOMAKA</b>	<b>FENOTIP POTOMAKA</b>
AA	AA	AA	fenotip A
AA	Ab	50% AA 50% Ab	fenotip A
AA	Aaab	A	fenotip A
Ab	Ab	50% Ab 25% AA 25% bb	75% fenotip A 25% fenotip B
AA	bb	Ab	fenotip A
Ab	bb	50% Ab 50% bb	50% fenotip A
Aaaba	bb	Ab aabb	fenotip A fenotip AB

Velika većina mačaka (kratkodlakih i dugodlakih) u svijetu ima krvnu grupu A. Te mačke rijetko imaju prisutna anti-B antitijela u serumu, a ako su i prisutna, to je uvijek u niskom titru. Za razliku od krvne grupe A, krvna grupa B unutar cirkulacije ima visoko titrirana anti-A antitijela. Anti-A antitijela mogu biti hemaglutinirajuća (IgM) ili hemolitička (IgM ili IgG) antitijela. (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)

Zbog razlike u količini anti-A antitijela, neke mačke krvne grupe B imaju više anti-A antitijela dok neke imaju manje. Navedeno utječe i na ishod kod nekompatibilne transfuzije pa tako u mačaka krvne grupe B koje imaju manji titar anti-A antitijela posljedično transfuziji nekompatibilne krvi doći će do ekstravaskularne hemolize i ikterusa dok će u onih sa više antitijela doći do pojave šoka. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

Ova antitijela nisu prisutna pri rođenju, međutim pojavljuju se unutar prvih nekoliko mjeseci života, točnije nakon razgradnje majčinskih antitijela. Mačke krvne grupe AB prirodno nemaju antitijela. Nedavno je dokazano i postojanje novog antigena Mik. Poneke mačke krvne grupe A imaju deficit ekspresije antigena Mik te posjeduju antitijela specifična za Mik antigen. Shodno navedenom, čak i transfuzija usklađena sa sustavom AB krvnih grupa može dovesti do transfuzijske reakcije.

Krvnu grupu B posjeduju čistokrvne mačke pasmina:

- britanske kratkodlake
- abesinske
- somalijske
- perzijske
- birmanske
- devonske
- turske angore

Krvnu grupu A posjeduju mačke pasmina:

- sijamske
- burmanske
- tonkineske

(MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)

## 8. TIPIZIRANJE KRVNIH GRUPA (MAČKE)

Kod mačaka se obavezno provode serološke metode jer je rizik od transfuzijske reakcije bez testiranja prevelik. Do reakcije će doći ukoliko se krvna grupa A ili AB da mački krvne grupe B, a moguće je otkriti i nekompatibilnost ukoliko se krv mačke B grupe transfundira mačkama A ili AB krvne grupe. Serologija je temelj imunohematologije iako molekularne metode napreduju sve više. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

Aglutinacijski testovi su zlatni su standard za tipizaciju krvi mačaka. Aglutinacijski testovi dijele se na test aglutinacije u epruveti ili predmetnici. Test se izvodi na način da se suspenzija eritrocita pacijenata inkubira s reagensima za otkrivanje antigena A ili B. Standardni reagens za krvnu grupu A je serum mačke krvne grupe B jer sadrži anti-A antitijela. Standardni reagens za B krvnu grupu je lektin iz *Triticum vulgare* koji pri niskim koncentracijama aglutinira crvene krvne stanice koje na membranama imaju antigen B. U negativnoj to jest kontrolnoj jažici nalazi se samo slana otopina sa puferiranim fosfatom. Nedavna istraživanja razvila su monoklonska antitijela specifična za antigene A i B te su napravljeni komercijalni aglutinacijski testovi. (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)

### 8.1. SUSTAV KARTICA

Prva metoda koja je zaživjela u praksi jest sustav tipizacije krvi temeljen na karticama. Kartice su jednostave, brze i točne, a validirane su prema testu aglutinacije koji predstavlja zlatni standard. Sastoje se od tri jažice (koje sadrže reagense za detekciju antigena A i B, te negativne kontrolnu jažicu radi provjere eventualne autoaglutinacije). U novije vrijeme za detekciju antigena A koristi se monoklonsko antitijelo specifično za antigen A. Reagens za detekciju antigena B jest *T. vulgare* lektin. Prvo se u svaku jažicu dodaje razrjeđivač, a potom ispitivana krv pacijenta. Nadalje, nakon miješanja te kratke inkubacije, test se očitava utvrđivanjem prisutnosti aglutinacije. Preporučeno je reakcije na antigen B provjeriti drugom metodologijom zato što mogu biti relativno slabe. (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)



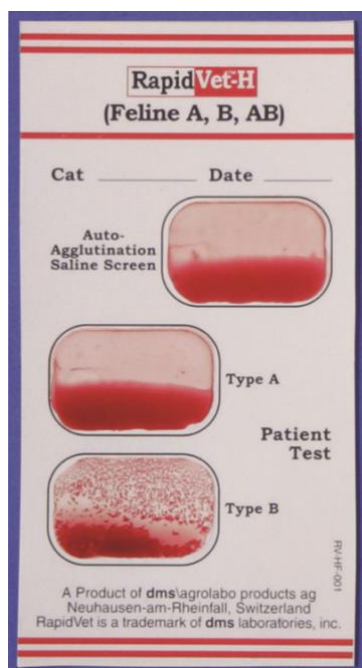
## 8.2. DRUGE METODE

Trenutno su dostupne i druge komercijalne metode koje koriste tehnologije na bazi gela ili imunokromatografiju.

Test na bazi gela sastoji se od reagensa koji su impregnirani u gel u formiranoj plastičnoj kartici. Reagensi su poliklonski anti-A serum i anti-B lektin. Test se izvodi tako da se dodaje razrijeđena puna krv ili samo eritrociti u spremnik iznad epruvete, a kartica se potom centrifugira. Eritrociti se slijevaju u gel i ukoliko nose antigen koji odgovara reagensu unutar gela, neće moći proći kroz gel i ostaviti vidljivu traku na njegovoj gornjoj površini. Tamo gdje eritrociti ne nose antigen za odgovarajući reagens, prolaze kroz gel i skupljaju se u podnožju „epruvete“ te ostavljaju vidljivu traku. (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)

Imunokromatografski test započinje razrjeđivanjem krvi te umetanjem membranske trake impregnirane reagensima u uzorak pacijenta (razrijeđena krv). Eritrociti prolaze kroz traku kako bi došli do reagensa. Nakon završetka reakcije traka pokazuje prisutnost jednog ili oba antigena. (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)

Genetsko testiranje temelji se na molekularnom ispitivanju pomoću PCR-a. kod ove metode nije nužan uzorak krvi već može poslužiti i bris bukalne sluznice. Ova metoda još uvijek nije široko dostupna. (MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN, 2012.)



Slika 10 Brzi test za tipiziranje mačjih krvnih grupa IZVOR:  
<https://www.abrint.net/products/blood-typing-and-crossmatching-supplies/>

## 9. POSTUPAK TRANSFUZIJE

Doniranje krvi treba se provoditi bez ikakvih štetnih posljedica na zdravlje donora stoga se prije svakog doniranja krvi procjenjuje ukupan volumen prema formuli:

Procijenjen volumen krvi (l) = 0.085 x tjelesna masa u kilogramima

Procjenjuje se da se bez ikakvih posljedica po zdravlje, od donora može uzeti 20% od ukupnog volumena krvi. Donor može maksimalno donirati 22 ml/kg tjelesne mase od ukupnog volumena krvi, ali ipak je najpodobnije uzimati od 16 do 18 ml/kg tjelesne mase. Radi standardizacije, psima se najčešće uzima 450 ml pune krvi (krvna jedinica) kao i u humanoj medicini zato što se koriste standardne transfuzijske vrećice. (PETAK i sur., 2015.)

Iako treba pripaziti na volumen uzete krvi, također treba obratiti pažnju na frekvenciju doniranja krvi. Idealan interval između uzimanja krvi donoru mora omogućiti obnavljanje eritrocita bez zdravstvenih posljedica. Prethodna istraživanja dokazala su da psi težine od 23 do 27 kilograma mogu donirati jedinicu krvi svaka 3-4 tjedna bez potrebe za dodacima prehrani. Međutim, trenutna svijest o zdravlju životinja sugerira produljenje intervala između doniranja kako ne bi došlo do umaranja donora. To znači da optimalan period između dva doniranja iznosi 3 do 4 mjeseca. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

Da bi donor mogao dati krv, u obzir se uzima koncentracija hemoglobina te ukupni proteini. Hemtokrit ne bi smio biti manji od 35%, a koncentracija hemoglobina manja od 13 g/dl na dan darivanja. Pravilna procjena hidracije je bitna zato što sprječavamo potencijalnu pojavu anemije u donora (na hematokrit utječe hidracija donora i volumen plazme). Ukupni proteini optimalno bi trebali biti u intervalu od 6,0 do 8,6 g/dl u zdravog donora. Nadalje, nužno je vizualno pregledati plazmu na eventualne promijene koje mogu ukazivati na hemoglobinemiju (hemoliza), bilirubinemiju (ikterus) ili lipemiju. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

Briga za donora uključuje minimiziranje stresa prilikom doniranja krvi. Nakon kliničkog pregleda i brijanja mjesta venepunkcije te neposredno prije uzimanja uzoraka za testiranje, može se nanijeti anestetička krema kojoj treba oko 30 minuta da prodjeluje. Obično se koriste EMLA (engl. eutectic mixture of local anesthetics) ili liposmolani lidokain. Umjesto kreme mogu se koristiti intradermalne injekcije 2%-tnog lidokaina ili 8,4%-tnog bikarbonata, a njihova prednost je smanjeno vrijeme čekanja djelovanja proizvoda za lokalnu anesteziju. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

Prije uzimanja krvi donoru trebalo bi prethodno pripremiti opremu koja je potrebna, to će zasigurno smanjiti vrijeme za uzimanje krvi, a time i stres donoru. Priprema opreme za uzimanje krvi ovisi o namjeni (prikupljanje pune krvi malog volumena ili standardnog volumena, prikupljanje krvi za odvajanje krvnih komponenti).

Svakako je potreban antikoagulans koji sprječava koagulaciju krvi. O izboru antikoagulansa i hranjivih tvari ovisi vrijeme skladištenja krvi. Najčešće se koristi citrat jer osigurava hranjive tvari koje posljedično produljuju životni vijek eritrocita tijekom skladištenja. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

**TABLICA 3:** Vrste antikoagulansa, njihovo skladištenje te dodani aditivi (preuzeto od: KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

VRSTA ANTI-KOAGULANSA	ADITIVI	SUSTAV U KOJEM SE KORISTI	DUŽINA SKLADIŠTENJA PUNE KRVI (4°C)	DUŽINA SKLADIŠTENJA PROIZVODA OD ERITROCITA (4°C)	NAPOMENA
heparin	-	otvoren	ne pohranjuje se	-	nije konzervans eritrocita, unutar svakog mililitra krvi trebalo bi biti 5-12,5 IU heparina
CPD	SAGM	zatvoren		42 dana	antikoagulansi na bazi citrata koji inhibira kalcij i onemogućava njegovu ulogu u procesu koagulacije, dekstroza je šećer koji se koristi u glikolizi i proizvodnji ATP-a, fosfat mijenja pH kako bi eritrociti dulje preživjeli te se koristi kao supstrat za nastanak 2,3-DPG-a, 1 ml antikoagulansa na svakih 7 ml prikupljene krvi
CPD	AS-1 ili AS-5	zatvoren		35 dana	
CPD		zatvoren	21 dan		
CPDA-1	AS-3	zatvoren	28 dana		
CP2D	-	-	-	35 dana	
ACD	-	-	21 dan	-	

SAGM (engl. sodium adenine glucose mannitol), AS-1 (engl. Adsol), AS-5 (engl. Optisol), AS-3 (engl. Nutricel), citrat-fosfat-dekstroza-adenin-1 (CPDA-1), citrat-fosfat-dekstroza (CPD), citrat-fosfat- dvostruka dekstroza (CP2D), kiselina-citrat-dekstroza (ACD), 2,3-difosfoglicerat(2,3-DPG), adenozin trifosfata (ATP)

Prikupljanje krvi u brizgalice od 60 ml najčešće služi u transfuziji krvi za male pasmine i neonatalne pacijente. Takvi pacijenti imaju višestruku korist od transfuzije svježe pune krvi. Svježa puna krv u tim slučajevima prikuplja se sa jednom ili više brizgalica u koje je dodan antikoagulans u odgovarajućem omjeru. Nakon prikupljanja krvi, brizgalica se okreće kako bi se krv i antikoagulans pomiješali. Takav način prikupljanja krvi naziva se otvoreni sustav. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.) Koriste se brizgalice od 60 ml i leptir igle, a osim toga moguće je i korištenje prazne boce fiziološke otopine sa dodanim antikoagulansom. (PETAK i sur., 2015.)

Otvorenim sustavima smatraju se oni u kojima postoji više mjesta moguće bakterijske kontaminacije te se takva krv mora iskoristiti unutar 4 sata od uzimanja na sobnoj temperaturi ili ukoliko se pohrani u hladnjaku (1-6°C) unutar 24 sata. U otvorene sustave spada svako uzimanje krvi prilikom kojega se koriste brizgalice ili prazne vrećice s naknadno dodanim antikoagulansom. (PETAK i sur., 2015.)

Prilikom prikupljanja standardne količine pune krvi komercijalni dobavljači opskrbljuju veterinarske ambulante i bolnice sa kompletima koji se sastoje od jedne plastične vrećice s cijevima spojenom na iglu. Koriste se vrećice od 250ml i 450 ml koje su prethodno napunjene antikoagulansom u odgovarajućem omjeru. Ovakav način prikupljanja krvi naziva se zatvoreni sustav i njime se smanjuje mogućnost bakterijske kontaminacije. Nakon prikupljanja krvi, cijevi se zatvore, a ostaju otvori na vrećici koji služe za postavljanje seta za darivanje krvi. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

Međutim, ni zatvoreni sustavi ne osiguravaju potpunu sterilnost jer se i oni mogu kontaminirati preko kože prilikom uboda iglom. (PETAK i sur., 2015.)

Najčešće se u zatvorenim sustavima kao antikoagulans koristi CPD ili CPDA-1. (ANA PETAK i sur., 2015.)

Većina zatvorenih sustava koristi vrećice od 450 ml. Svakako se treba pratiti i težina krvi koja bi trebala iznositi 1,053 g/ml što je ukupno 474 g u vrećici od 450 ml. Maksimalan volumen koji se može prikupiti u vrećicu od 450 ml je 495 ml ili 521 g zato što antikoagulans na bazi citrata može podnijeti 10% prekomjernog punjenja. Jednako tako i punjenje manje od 10% je prihvatljivo. Ukoliko dođe do nedovoljnog punjenja vrećice, plazma se može odbaciti, a krv preraditi u proizvode od eritrocita. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)



*Slika 11 Vrećica zatvorenog sustava za prikupljanje krvi IZVOR: vlastita slika*

Prilikom doniranja krvi bitno je donora staviti u što udobniji položaj. To uključuje poziciju na prsnom košu ili bočnu poziciju (bočna pozicija je udobnija). Sam postupak prikupljanja krvi putem venepunkcije jugularne vene traje 5 do 10 minuta. Nužno je da donor bude na višoj površini od transfuzijske vrećice ukoliko se služi djelovanjem sile teže, a ako se koristi vakuumska pumpa donor može ležati na podu. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

Vakuumska pumpa bolji je izbor od punjenja vrećice djelovanjem sile teže. Prednosti vakuumske pumpe su brže vrijeme prikupljanja krvi, mogućnost da životinja leži na podu, a nedostaci buka koju proizvodi, cijena opreme te nemogućnost korištenja automatizirane miješalice za prikupljanje krvi. Automatizirana miješalica za prikupljanje krvi ravnomjerno miješa krv sa antikoagulansom te sprečava prekomjerno ili nedovoljno punjenje vrećice. Također, eliminira potrebu da djelatnik sam ručno miješa krv. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

Nakon što se pravilno obrije dlaka kako ne bi došlo do piodermije, mjesto venepunkcije ispiru se sa antiseptikom kako bismo izbjegli bakterijsku kontaminaciju. Jugularna vena optimalno je mjesto venepunkcije osim ako se ne uzima mali volumen krvi. Preporuča se nošenje rukavica. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

Mjesta iz kojih još možemo vaditi krv su cefalične vene (v. cephalica antebrachii) ili femoralna arterija (a. femoralis) (PETAK i sur., 2015.)

Nakon uzimanja krvi, nježno se izvadi igla i osigura se pritisak na mjestu venepunkcije kako bi što prije nastala hemostaza. Potom se može staviti povoj pod pritiskom oko noge koja je korištena za venepunkciju da donor može normalno hodati. Nadalje, donor se prati radi eventualnih komplikacija poput hipovolemije ili hipotenzije (blijede sluznice, slabost, produljen CRT, slabi puls). Ukoliko dođe do navedenih komplikacija potrebno je nadomjestiti izgubljeni volumen kristaloidnim otopinama. Druge, manje bitne komplikacije su razvoj hematoma ili nastanak dermatitisa zbog iritacije izazvane brijanjem mjesta venepunkcije. Također, donoru treba omogućiti vodu i male količine hrane, a vlasnika uputiti o slijedećem prikladnom terminu doniranja, ali i savjetovati da u naredna 24 sata od vađenja krvi uskrati životinji pretjeranu aktivnost. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

Kod mačaka se uzima puno manja količina krvi nego li kod pasa pa kod njih ne može poslužiti klasična transfuzijska vrećica od 450 ml. Pri uzimanju krvi od mačke donora poslužiti će brizgalice od 60 ml jer se uzima samo 50 ml krvi te igle promjera 19 (sabirna igla 16 je prevelika za mačke). S obzirom da se radi o otvorenom sustavu, krv bi se trebala iskoristiti unutar 24 sata od uzimanja krvi ako se skladišti u hladnjaku (1-6°C). Koriste se antikoagulansi kao i kod pasa, ali najpogodniji je citrat zbog duže vitalnosti eritrocita. (CAROLYN A.SINK, 2017.)

Prije uzimanja krvi kod mačaka treba provjeriti razinu hematokrita koji bi trebao iznositi 30-35% ili hemoglobina čija vrijednost treba iznositi najmanje 10 g/dl. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

Budući da su mačke nepredvidive, često ih je prilikom doniranja krvi potrebno sedirati. Međutim, sedacija povećava rizik od hipotenzije te je vrijeme oporavka duže, stoga ju je bolje izbjeći. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)



*Slika 12 Vađenje krvi iz cefalične vene psu za transfuziju, IZVOR: vlastita slika*



*Slika 13 Vađenje krvi iz cefalične vene mački za transfuziju IZVOR: <https://allaboutcats.com/cat-blood-transfusio>*





*Slika 14 Vrećica za prikupljanje krvi kod mačaka IZVOR: <https://jorvet.com/product/small-blood-bag-collection-set-w-syringe-and-stopcock/>*

## 10. PROVOĐENJE TRANSFUZIJE

Transfuzija krvi i njezinih proizvoda aplicira se intravenski, ali postoji i mogućnosti intraosealne primjene. Prilikom transfuzije krvi koriste se infuzomati koji ne uzrokuju hemolizu prikupljenje krvi ili se transfuzija provodi djelovanjem sile teže. Transfuzijski sistemi imaju filtere nepropusne za velike čestice krvi koje bi u pacijenta mogle izazvati emboliju. Općenito se prilikom transfuzije koristi „pravilo palca“ koje sugerira da 2 ml transfundirane pune krvi po kilogramu tjelesne mase može podići vrijednost hematokrita za 1%. Iako količina krvi koja se aplicira ovisi o potrebama pacijenta, najčešće se transfundira od 10 do 22 ml/kg. Prilikom odlučivanja o količini krvi koju treba aplicirati psu, služimo se formulom:

$$V(\text{ml}) = 85 (\text{prosječni volumen krvi u mililitrima po kilogramu}) \times \frac{\text{ciljni Hct} - \text{stvarni Hct}}{\text{Hct davatelja}}$$

- Ciljni Hct = hematokrit koji se želi postići transfuzijom (od 25 do 30%)
- Stvarni Hct = vrijednost hematokrita neposredno prije transfuzije

Kako bi se primijetili eventualni prvi znakovi akutnih transfuzijskih reakcija, prvih 20 minuta krv se aplicira brzinom 0,25-1 ml/kg/h, a zatim ukoliko ih nema, 5-10 ml/kg/h. Transfuzija ne bi trebala trajati duže od 4 sata je postoji mogućnost proliferacije bakterija na sobnoj temperaturi. Ako procijenimo da bi transfuzija mogla trajati više od 4 sata, moguće je dio krvi odvojiti i pohraniti u hladnjak i zatim ponovno upotrijebi unutar 24 sata. Kod renalnih i srčanih bolesnika brzina transfuzije ne bi smjela premašiti 3-4 ml/kg/h (prilikom transfuzije trebalo bi uvesti diuretike u terapiju). Ukoliko pacijent boluje od hemoragijskog šoka tada transfuzija treba ići brzinom 22ml/kg/h. (PETAK i sur., 2015.)

Primatelja je potrebno nadzirati tijekom i poslije transfuzije kako bi smo uočili moguće reakcije ili nepravilnosti. Kontrolira se trijas, CRT, boja sluznica, te općenito ponašanje pacijenta tijekom i nakon transfuzije. Savjetuje se provjera hematokrita i ukupnih proteina, ali i opservacija boje plazme kako ne bi došlo do hemolize. Boja mokraće također može poslužiti kao dokaz eventualne hemolize. Transfuzija se smatra uspješnom ako eritrociti prežive u krvotoku prvih 24 sata i ukoliko ne dođe do transfuzijskih reakcija. (PETAK i sur., 2015.)



*Slika 15 Provođenje transfuzije kod psa IZVOR: <http://northcountryvetclinic.com/blood-transfusions>*

## **11. TRANSFUZIJSKE REAKCIJE**

Transfuzija je važan dio liječenja kritičnih pacijenata, ali nije bez rizika. Istraživanja govore da se u 3,3-28% pasa i 1,2-8,7% mačaka javljaju transfuzijske reakcije (imunološke i neimunološke). Imunološke transfuzijske reakcije javljaju se ukoliko postoje antitijela koja prepoznaju strani antigen. Neimunološke reakcije javljaju se zbog volumnog preopterećenja cirkulacije, prijenosa zaraznih bolesti, bakterijske kontaminacije i nepravilnog izvođenja transfuzije. Nadalje, transfuzijske reakcije mogu se podijeliti na akutne i odgođene. Akutne su one reakcije koje nastaju unutar 24 sata od dane transfuzije, ali obično su vidljive već nakon 1-2 sata od početka transfuzije. Odgođene transfuzijske reakcije manje su ozbiljne, a javljaju se 2-3 dana (nekada i dulje) od dane transfuzije. (KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

**TABLICA 4:** Imunološke transfuzijske reakcije (preuzeto od KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

	<b>VRSTA REAKCIJE</b>	<b>UZROK</b>	<b>KLINIČKI I BIOKEMIJSKI ZNACI</b>	<b>LIJEČENJE</b>
<b>I M U N O L O Š K E</b>	<u>FEBRILNE NEHEMOLITIČKE REAKCIJE</u>	multikauzalna patogeneza; bijele krvne stanice donora, citokini iz leukocita donora, lipidi, proteini donora (uputna leukoredukcija krvi prije transfuzije)	porast temperature za 1°C nakon transfuzije, povraćanje, drhtavica, blage reakcije	sporiji tijekom transfuzije, hlađenje životinje s temperaturom iznad 40°C, antipiretici ako se temperatura ne smanjuje
	<u>AKUTNE HEMOLITIČKE REAKCIJE</u>	preosjetljivost tipa II. (antigen-antitijelo), nekompaktibilna krvna grupa (npr. mačkama krvne grupe B aplicirana krv mačke krvne grupe A, kod pasa transfuzija DEA 1 negativnom psu, krv DEA1 pozitivnog psa)	intravaskularna hemoliza (unutar 24 sata), groznica, povraćanje, defekacije, tahipneja, hemoglobinurija, hemoglobinemija, tahikardija, dispneja/apneja, hipotenzija, znakovi šoka, DIK, moguća smrt	prekid transfuzije, glukokortikoidi, epinefrin, vazopresori ako je potrebno, aplikacija tekućine za održavanje arterijskog krvnog tlaka
	<u>ALERGIJSKE/ ANAFILAKTIČNE</u>	preosjetljivost tipa I., izlaganje pacijenta proteinu ili dr. tvari u donorskoj plazmi (alergen se veže na IgE ili IgG antitijela → aktivacija mastocita i bazofila → oslobađanje histamina i faktora aktiviranja trombocita)	urtikarija, angioedem, edem, eritem (mogu biti sistemske ili lokalne), povraćanje, proljev, tahipneja, hipotenzija, dr. znakovi šoka	LOKALNA: zaustavljanje transfuzije, difenhidramin, glukokortikoid SISTEMSKA: kao kod lokalne + adrenalin, vasopresori po potrebi
	<u>ODGOĐENE</u>	sekundarni imunološki odgovor (niski titar antitijela od prethodne transfuzije koja nije detektabilna na testu križne reakcije), primarni imunološki odgovor (nakon prve izloženosti novom antigenu kod pasa koji prirodno imaju antitijela na DEA 3,5,7)	hemoliza unutar nekoliko tjedana posttransfuzijski, smanjenje hematokrita, ikterus, rijede hemoglobinurija, hemoglobinemija	obično nije potrebno

**TABLICA 5:** Neimunološke transfuzijske reakcije (preuzeto od KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK, 2016.)

	<b>VRSTA REAKCIJE</b>	<b>UZROK</b>	<b>KLINIČKI I BIOKEMIJSKI ZNACI</b>	<b>LIJEČENJE</b>
N E I M U N O L O Š K E	<u>NEIUMONOLOŠKA</u> <u>HEMOLIZA</u>	stari eritrociti, nepravilno skladištenje, bakterijska kontaminacija, nepravilna primjena transfuzije	ortopneja, tahipneja, vrućica, hemoglobinemija, hemoglobinurija	prestanak transfuzije, glukokortikoidi, epinefrin i vasopresori po potrebi
	PREOPTEREĆENJE CIRKULACIJE	krvni proizvodi koji imaju koloidni učinak (volumno preopterećenje), brza transfuzija, velik volumen transfuzije (veći rizik imaju srčani pacijenti, pacijent sa bolestima pluća, zatajenjem bubrega ili kroničnom anemijom)	plućni edem, pleuralni izljev, dispneja, tahipneja, cijanoza, hipoksemija, respiratorni distress	prekid transfuzije, furosemid (diuretici)
	HIPOKALCEMIJA	transfuzija velikog volumena (toksičnost citrata, jetreni bolesnici imaju povećan rizik jer se citrat metabolizira u jetri)	hipokalcemija, tremor, napadaji, aritmije	kalcij glukonat
	BAKTERIJSKA KONTAMINACIJA	donorska bakterijemija, onečišćenje kože, kontaminirani pribor za prikupljanje krvi	povraćanje, proljev, vrućica, hipotenzija, ikterus, ikterus, hemoglobinemija, hemoglobinurija, septični šok, DIK	izdvojiti vrećice na koje sumnjamo, prestanak transfuzije, antibiogram → antibiotik

## **12. ZAKLJUČAK**

Transfuzijska terapija je izazovni, neizostavni postupak u veterinarskoj maloj praksi često neophodan za spašavanje života. Shodno navedenom, svaki kliničar bi trebao biti upoznat s osnovnim postulatima transfuzijske terapije kako bi se rizik od razvoja mogućih komplikacija (poput imunoloških i neimunoloških transfuzijskih reakcija) sveo na minimum. Također, nužno je da kliničar posjeduje znanje i vještine o krvnim grupama pasa i mačaka, odabiru adekvatnog donora, testovima podudarnosti i ciljanoj terapiji punom krvi ili krvnim pripravcima. Uspješnu transfuziju stoga odlikuje profesionalnost, stručnost, posvećenost i afirmiranost doktora veterinarske medicine.

## 13. SAŽETAK

### TRANSFUZIJA U MALOJ PRAKSI

Transfuzija je terapijska metoda intravenskog davanja pune krvi ili krvnih pripravaka. Ovisno o indikacijama poput anemije, koagulopatija, hipoproteinemije i hipovolemije bira se ciljana terapija s punom krvi ili krvnim proizvodima (proizvodi od eritrocita, krvna plazma, koncentrat trombocita, krioprecipitat). Krv i krvni pripravci mogu biti svježi, ali može ih se pohraniti u hladnjaku ili zamrzivaču. Idealan pas donor trebao bi biti dobrog zdravstvenog stanja, blage naravi, s lako pristupačnim venama te od 1-8 godina starosti, minimalne tjelesne mase od 25 kilograma. Mačke koje zadovoljavaju kriterije za idealnog donora klinički su zdrave, s lako dostupnim venama, starosti od 1-10 godina, tjelesne mase preko 4 kilograma, bez da su prethodno same primile transfuziju. Krvne grupe pasa i mačaka definirane su vrsno specifičnim antigenima koji se nalaze na površini eritrocita. Poznato je više od 13 krvnih grupa pasa koje su kategorizirane u DEA sustavu, a nedavno su otkrivene nove krvne grupe poput Dal, Kai 1 i Kai 2. Krvna grupa DEA 1.1 izaziva najjače akutne hemolitičke reakcije. Krvne grupe pasa se tipiziraju serološkim testovima križne reakcije, gel aglutinacijskim testovima i imunokromatografskim metodama. U mačaka postoje 3 krvne grupe: A, B i AB, ali postoje i spoznaje o novim antigenima poput Mik-a. Krvne grupe mačaka se tipiziraju aglutinacijskim testovima, sustavima kartica i imunokromatografskim metodama. Krv pasa donora skuplja se u otvorene ili zatvorene vrećice od 450 ml sa antikoagulansom. Kod mačaka se najčešće koriste otvoreni sustavi prikupljanja krvi, a ukupno se od jedinke može uzeti 50 ml krvi. Pacijenta bi tijekom i nakon transfuzije trebalo nadzirati zbog mogućih transfuzijskih reakcija. Transfuzijske reakcije mogu biti imunološke (febrilne nehemolitičke, akutne hemolitičke, alergijske/anafilaktičke i odgođene reakcije) i neimunološke (neimunološka hemoliza, preopterećenja cirkulacije, hipokalcemija te bakterijska kontaminacija).

Ključne riječi: transfuzija pasa i mačaka, krvni proizvodi, donor krvi, krvne grupe, testovi podudarnosti, transfuzijske reakcije

## **14. SUMMARY**

### **TRANSFUSION IN SMALL PRACTICE**

Transfusion is a therapeutic method of intravenous administration of whole blood or blood products. Depending on indications such as anemia, coagulopathy, hypoproteinemia and hypovolemia, targeted therapy with whole blood or blood products (erythrocyte products, blood plasma, platelet concentrate, cryoprecipitate) is chosen. Blood and blood products can be fresh or stored in the refrigerator or freezer. The ideal canine donor should be in good health, mild in nature, with easily accessible veins and between 1-8 years old, with a minimum body weight of 25 kilograms. Cats that meet the criteria for an ideal donor are clinically healthy, with easily accessible veins, aged 1-10 years, weighing over 4 kilograms, without having previously received a transfusion on their own. The blood groups of dogs and cats are defined by species-specific antigens found on the surface of erythrocytes. More than 13 blood groups of dogs are known to be categorized in the DEA system, and new blood groups such as Dal, Kai 1, and Kai 2 have recently been discovered. Blood group DEA 1.1 causes the strongest acute hemolytic reactions. Blood groups of dogs are typed by serological cross-reaction tests, gel agglutination tests and immunochromatographic methods. There are 3 blood groups in cats: A, B and AB, but there is also knowledge about new antigens such as Mick. Blood groups of cats are typed by agglutination tests, card systems and immunochromatographic methods. Donor dog blood is collected in open or closed 450 ml bags with anticoagulant. In cats, open blood collection systems are most commonly used, and a total of 50 ml of blood can be taken from an individual cat. The patient should be monitored during and after the transfusion for possible transfusion reactions. Transfusion reactions can be immunological (febrile non-hemolytic, acute hemolytic, allergic / anaphylactic and delayed reactions) and non-immunological (hemolysis, circulatory overload, hypocalcaemia and bacterial contamination).

Keywords: canine and feline transfusion, blood products, blood donor, blood groups, transfusion reaction, matching tests



## 15. LITERATURA

All About Cats: Cat Blood Transfusions: Procedure, Cost, Success Rate, & Recovery: <https://allaboutcats.com/cat-blood-transfusion>, pristupljeno 07.09.2021.

ANA PETAK, MIRNA BRKLJAČIĆ, IVANA KIŠ, MARIN TORTI, IVA ŠMIT, VESNA MATIJATKO (2015): Transfuzija pasa: indikacije, davatelj krvi i test križne reakcije-1.dio, *Veterinarska stanica* 46(1), str. 39-48

ANA PETAK, MIRNA BRKLJAČIĆ, IVANA KIŠ, MARIN TORTI, IVA ŠMIT, VESNA MATIJATKO (2015): Transfuzija pasa: krvne grupe, monitoring transfuzije, krvni proizvodi i transfuzijske reakcije-2.dio, *Veterinarska stanica* 46(2), str. 127-137

Animal Blood Resources International: <https://www.abrint.net/products/blood-typing-and-crossmatching-supplies/>, pristupljeno 07.09.2021.

C.C EULER, J.H. LEE, H.Y.KIM, K. RAJ, K. MIZUKAMI, U. GIGER (2016): *Survey of Two New (Kai 1 and Kai 2) and Other Blood Group sin Dogs of North America*, <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5032879/>> pristupljeno 20.08.2021.

CAROLYN A. SINK (2017.): Blood Collection Systems U: *Practical Transfusion Medicine for the Small Animal Practitioner*, Iowa, John Wiley&Sons

CAROLYN A. SINK (2017.): Preparation of Blood Products for Transfusion U: *Practical Transfusion Medicine for the Small Animal Practitioner*, Iowa, John Wiley&Sons

DEIRDRE CHIARAMONTE (2004.): Blood-Component Therapy: Selection, Administration and Monitoring U: *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, Vol 19, No 2, str. 65

Jorgensen Labs: Small Blood Bag Collection Set, w/ Syringe and Stopcock, <https://jorvet.com/product/small-blood-bag-collection-set-w-syringe-and-stopcock/>, pristupljeno 08.09.2021.

KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK (2016.): Canine Blood Collection U: *Manual of Veterinary Transfusion Medicine and Blood Banking* (str.199-211), John Wiley&Sons

KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK (2016.): Canine Donor Selection U: *Manual of Veterinary Transfusion Medicine and Blood Banking* (str.189-198), John Wiley&Sons

KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK (2016.): Canine Receptient Screening U: *Manual of Veterinary Transfusion Medicine and Blood Banking* (str.117-118), John Wiley&Sons

KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK (2016.): Canine Receptient Screening U: *Manual of Veterinary Transfusion Medicine and Blood Banking* (str.117-127), John Wiley&Sons

KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK (2016.): Feline Donor Selection U: *Manual of Veterinary Transfusion Medicine and Blood Banking* (str.112-222), John Wiley&Sons

KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK (2016.): Feline Recipient Screening U: *Manual of Veterinary Transfusion Medicine and Blood Banking* (str.129-152), John Wiley&Sons

KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK (2016.): Red Blood Cell Products. U: *Manual of Veterinary Transfusion Medicine and Blood Banking* (str.39-40), John Wiley&Sons

KENICHIRO YAGI, MARIE HOLOWAYVHUK (2016.): Transfusion-Associated Complications U: *Manual of Veterinary Transfusion Medicine and Blood Banking* (str.155-168), John Wiley&Sons

Ljubimci-donori.com © 2021: <https://ljubimci-donori.com/baza/> pristupljeno 07.09.2021.

MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN ( 2012.): Anemia U: *BSAVA Manual of Canine and Feline Haematology and Transfusion Medicine* (str.31-44), Gloucester: British Small Animal veterinary Association

MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN ( 2012.): Canine blood groups and blood typing U: *BSAVA Manual of Canine and Feline Haematology and Transfusion Medicine* (str.280-283), Gloucester: British Small Animal veterinary Association

MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN ( 2012.): Disorders of platelet function U: *BSAVA Manual of Canine and Feline Haematology and Transfusion Medicine* (str.216-228), Gloucester: British Small Animal veterinary Association

MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN ( 2012.): Disorders of secondary haemostasis U: *BSAVA Manual of Canine and Feline Haematology and Transfusion Medicine* (str.229-235), Gloucester: British Small Animal veterinary Association

MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN ( 2012.): Feline blood groups and blood typing U: *BSAVA Manual of Canine and Feline Haematology and Transfusion Medicine* (str.284-288), Gloucester: British Small Animal veterinary Association

MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN ( 2012.): Feline transfusion medicine U: *BSAVA Manual of Canine and Feline Haematology and Transfusion Medicine* (str.308-309), Gloucester: British Small Animal veterinary Association

MICHAEL J.DAY, BARBARA KOHN ( 2012.): Indication for transfusion U: *BSAVA Manual of Canine and Feline Haematology and Transfusion Medicine* (str.302-303), Gloucester: British Small Animal veterinary Association

North Country Veterinary Clinic: Blood Transfusions: <http://northcountryvetclinic.com/blood-transfusions>, pristupljeno 07.09.2021.

## **16. ŽIVOTOPIS**

Dolazim iz poduzetničke obitelji koja uspješno posluje na području bjelovarsko-bilogorske županije i šire. Glazbenu školu završila sam 2009. godine. Završivši opću gimnaziju u Daruvaru 2015. godine, uz pripreme za fakultet upisujem Veterinararski fakultet Sveučilita u Zagrebu. Uz redovno polaganje ispita na veterinarskom fakultetu obavljam dužnost administratora i koordinatora internetskih stranica Karaula veterinarske ambulante od 2015. do danas te volontiram u maloj, velikoj praksi i veterinarskoj ljekarni. Ujedno sam volontirala na zavodu za kirurgiju, ortopediju i oftamologiju pri Veterinarskom fakultetu od 2019. do 2020. godine. 2021. godine sudjelovala sam na Fakultetskom vijeću veterinarskog fakulteta sveučilišta u Zagrebu.