

Sveučilište u Zagrebu

Veterinarski fakultet

Kim Korpes

Anatomske varijacije glavnog limfnog voda (ductus thoracicus) u psa

Zagreb, 2016.

Ovaj rad izrađen je u Zavodu za anatomiju, histologiju i embriologiju pod vodstvom doc. dr. sc. Martine Đuras i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2016.

## SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Hipoteza i opći ciljevi rada	4
3. Materijal i metode	5
4. Rezultati	7
5. Rasprava	24
6. Zaključci	28
7. Zahvale	29
8. Popis literature	30
9. Sažetak	32
10. Summary	33
11. Životopis	34

## UVOD

Glavni limfni vod (ductus thoracicus) je jedna od najvažnijih i najvećih limfnih žila u organizmu (SISSON i GROSSMAN, 1956.; KÖNIG i LIEBICH, 2009.) i pripada limfnom sustavu koji ima važnu ulogu u prijenosu tvari i obrani organizma od raznih patogena. Limfnom sustavu osim limfnih žila pripadaju još i prsna žlijezda, limfni čvorovi, slezena i limfno tkivo pridruženo sluznicama (DAY i SCHULTZ, 2013.). Limfne žile se razvijaju nakon razvitka krvnih žila iz mezoderma (vaskulogeneza), nakon čega rastu i sazrijevaju (angiogeneza). Upravo zbog ovakvog redoslijeda razvoja smatra se da limfne žile potječu od krvnih žila. Podrijetlo limfnih žila nije potpuno jasno, te se pretpostavlja da potječu od endotela vena ili od angiogenog mezenhima (OLIVER, 2004.). U početku embrionalnog razvoja limfnog sustava nastaje šest primarnih limfnih vrećica (dvije jugularne, dvije ilijačne, jedna retroperitonealna limfna vrećica i hilusna cisterna) s brojnim limfnim žilama koje ih povezuju i dovode limfu iz udova, tjelesne stijenke te glave i vrata. U području prsa, dvije glavne prsne limfne žile povezuju jugularne vrećice s hilusnom cisternom, a djelomičnim propadanjem i uspostavljanjem anastomoza među njima nastaju dvije konačne glavne limfne žile: glavni limfni vod (ductus thoracicus) i desni limfatički vod (ductus lymphaticus dexter) (SADLER, 2008.). Glavni limfni vod prikuplja i odvodi limfu iz repa, zdjelice, zdjeličnih udova, trbuha, dijela ošita, lijeve strane prsnog koša, limfnih čvorova prsne šupljine, dijela pluća i srca, jednjaka, lijeve polovice vrata, glave i lijevog prsnog uda (RIQUET i sur., 2002.; KIRIKI i sur., 2011.), a desni limfatički vod iz dijela ošitne površine jetre, desne strane prsnog koša, dijela reznjeva pluća, desne strane srca, desnog prsnog uda i desne polovice glave i vrata (SKANDALAKIS i sur., 2007.; DYCE i sur., 2010.). Upravo zbog brojnih anastomoza limfnih žila u embrionalnom razvoju, moguće su brojne anatomske varijacije konačnog toka glavnog limfnog voda (SADLER, 2008.).

Glavni limfni vod često se još naziva i mlječovod zbog limfe koja je bogata masnim kapljicama (KÖNIG i LIEBICH, 2009.). U pasa srednje veličine promjera je 2-3 mm (DYCE i sur., 2010.). Glavni limfni vod započinje u slabinskom području kao nastavak hilusne cisterne (cisterna chyli). Hilusna cisterna jest vrećasto proširenje smješteno između krakova ošita u području od prvog do četvrtog slabinskog kralješka, dorzalno od aorte (MILLER i sur., 1964.). Počevši u slabinskom području, glavni limfni vod usmjerava se kranijalno (VOLLMERHAUS, 1981.) prolazeći iz trbušne u prsnu šupljinu zajedno s aortom kroz ošitni otvor aorte (hiatus aorticus) (KÖNIG i LIEBICH, 2009.). Zatim se usmjerava kranijalno kroz sredoprsku (mediastinum) dorzalno i desno od aorte i ventralno od neparne vene (v. azygos). U visini petog

međurebrenog prostora križa dorzalnu površinu aorte i prelazi na lijevu stranu prsne šupljine. Njegov tok usmjeren je kranioventralno, te završava ampulastim proširenjem najčešće u lijevom venskom kutu (mjesto spajanja lijeve potključne vene (v. subclavia sinistra) i lijeve vanjske jugularne vene (v. jugularis externa sinistra)) u visini prvog rebra. Ovdje se limfa iz glavnog limfnog voda ulijeva u krvožilni sustav. Na samom ušću glavnog limfnog voda, kao i duž cijelog lumena ove limfne žile, nalaze se zalisci koji sprječavaju povratak limfe. Glavni limfni vod odvodi limfu iz većine dijelova tijela te ga se smatra glavnom sakupljačkom limfnom žilom organizma.

Glavni limfni vod je varijabilni anatomske element. U domaćih životinja zabilježeno je da postoje brojne anatomske varijacije ove limfne žile cijelim njezinim tokom (VOLLMERHAUS, 1981.), no detaljni opisi anatomske varijacije glavnoga limfnog voda za pojedine vrste životinja ne postoje. Najviše je opisa anatomske varijacije glavnog limfnog voda u psa, pa tako VOLLMERHAUS (1981.) navodi da glavni limfni vod može u pasa započeti kao jedna, dvije ili tri limfne žile. U pasa je opisan inverzni glavni limfni vod (GOMERČIĆ i ŠKRTIĆ, 1981.) i dodatni glavni limfni vod (RADLINSKY i sur., 2002.; ĐURAS GOMERČIĆ i sur., 2009.). RADLINSKY i sur. (2002.) opisali su glavni limfni vod s dodatnom granom koja se odvaja u ravnini osme desne dorzalne međurebrene arterije i drugu varijaciju u kojoj se dodatna grana odvaja u ravnini dvanaeste dorzalne međurebrene arterije. Dodatni limfni vod kojeg u psa opisuju ĐURAS GOMERČIĆ i sur. (2009.) započinje u ravnini jedanaeste desne međurebrene arterije. INOUE i MAKITA (1994.) opisali su devet različitih tokova glavnog limfnog voda u japanskog makakija (*Macaca fuscata*): obostrani, desni, lijevi glavni limfni vod uz raznolik tvorbom prstenova oko kranijalnih dorzalnih međurebrenih arterija. U svome istraživanju na mačkama, EKEN i sur. (2002.) opisali su kaudalni i središnji dio toka glavnog limfnog voda u obliku ljestvi, dok se u kranijalnom sredoprsju podijelio u visini prve i druge desne dorzalne međurebrene arterije na dvije grane. KIRIKI i sur. (2011.) u istraživanju na govedu opisuju pojavu tri različite varijacije glavnog limfnog voda: dvostruki u kaudalnom dijelu, lijevi te obostrani. Uz to, također, opisuju i tvorbu prstenova oko dorzalnih međurebrenih arterija. U svinja su ĐURAS GOMERCIC i sur. (2010.) opisali dvije varijacije glavnog limfnog voda u kranijalnom dijelu njegova toka neposredno prije ušća.

Dok je limfni sustav nedovoljno istražen u veterinarskoj medicini, u humanoj postoje brojna saznanja o anatomiji ovog sustava, a samim time i o glavnom limfnom vodu. Poznate su brojne anatomske varijacije u početku glavnog limfnog voda, njegovom toku te završetku (CHEN i sur., 2006.). U ljudi su detaljno istraženi pritoci glavnog limfnog voda iz srca, pluća, jednjaka i ošita, zajedno s limfnim čvorovima duž navedenih pritoka (RIQUET i sur., 2002.).

Poznato je da se, iako vrlo rijetko, u čovjeka može razviti i obostrani glavni limfni vod cijelim njegovim tokom zajedno s parnom gornjom šupljom venom (v. cava superior) (CHEN i sur. 2006.). U ljudi je opisano nekoliko različitih završetaka glavnog limfnog voda, od čega je najčešće ušće u lijevu unutarnju jugularnu venu (v. jugularis interna sinistra). Drugo po zastupljenosti je ušće na spoju lijeve unutarnje jugularne vene i lijeve podključne vene (v. subclavia sinistra), zatim u lijevu podključnu venu te u lijevu brahiocefaličnu venu (v. brachiocephalica sinistra) (SKANDALKIS i sur., 2007.).

Poznavanje anatomije limfnog sustava ima veliko kliničko značenje prilikom sakupljanja uzoraka limfe te u dijagnozi i liječenju patoloških promjena vezanih uz ovaj sustav (EKEN i sur., 2002.). Osobito je važno prepoznati anatomske varijacije prilikom brojnih kirurških zahvata na mekim strukturama unutar prsne šupljine, torakotomije ili operacija prsne kralježnice. Varijacije glavnog limfnog voda mogu utjecati kako na pristup operacijskom polju tako i na izvedbu te ishod operacije.

## HIPOTEZA I OPĆI CILJEVI RADA

Hipoteza ovoga istraživanja jest da anatomske varijacije glavnog limfnog voda u psa postoje i da su brojne, te da utječu na kirurški pristup do mekih struktura toga područja.

Kako bi se testirala ova hipoteza postavljeni su sljedeći ciljevi:

1. Opisati detaljnu anatomsku građu glavnog limfnog voda u psa
2. Opisati anatomske varijacije glavnog limfnog voda i njihovu učestalost
3. Razmotriti klinički značaj anatomske varijacije tijekom operativnih zahvata

## MATERIJAL I METODE

U svrhu ovog istraživanja provedena je analiza rezultata anatomske sekcije glavnog limfnog voda (ductus thoracicus) koja je napravljena na lešinama pasa konzerviranih 4% vodenom otopinom formaldehida, korištenih za potrebe nastave iz predmeta „Anatomija s organogenezom domaćih životinja II“ u Zavodu za anatomiju, histologiju i embriologiju Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. U razdoblju od 2012. do 2015. godine preciznom anatomsom sekcijom glavni limfni vod seciran je u 46 pasa, međutim u šest pasa glavni limfni vod nije uspješno izoliran zbog oštećenja nastalih prilikom korištenja lešina u nastavi. Podaci o spolu, dobi i pasmini pasa prikazani su u Tablici 1. Pristup glavnom limfnom vodu osiguran je uklanjanjem lijeve i desne prsne stijenke, pluća, te postupnim uklanjanjem lijeve i desne medijastinalne pleure duž toka glavnog limfnog voda. U ukupno 17 pasa pronađeno je i opisano ušće glavnog limfnog voda, dok u preostalih 23 nije zbog oštećenja lešina nastalih tijekom prethodnog korištenja u nastavi. Nalaz je fotografiran, a položaj i tok glavnog limfnog voda detaljno su opisani. Opisi glavnog limfnog voda poslužili su za izradu shematskih prikaza anatomske varijacije pomoću računalnog programa Xara Photo and Graphic Designer 2013. Svaka anatomska varijacija glavnog limfnog voda detaljno je opisana te je analizirana njena pojavnost u uzorku.

Ovo istraživanje odobreno je Odlukom Povjerenstva za etiku u veterinarstvu Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (odluka Fakultetskog vijeća klasa: 640-01/16-17/18, ur. broj: 251-61-01/139-16-2 od 17. ožujka 2016.).



Tablica 1. Pasmina, spol i dob pasa korištenih u ovom istraživanju.

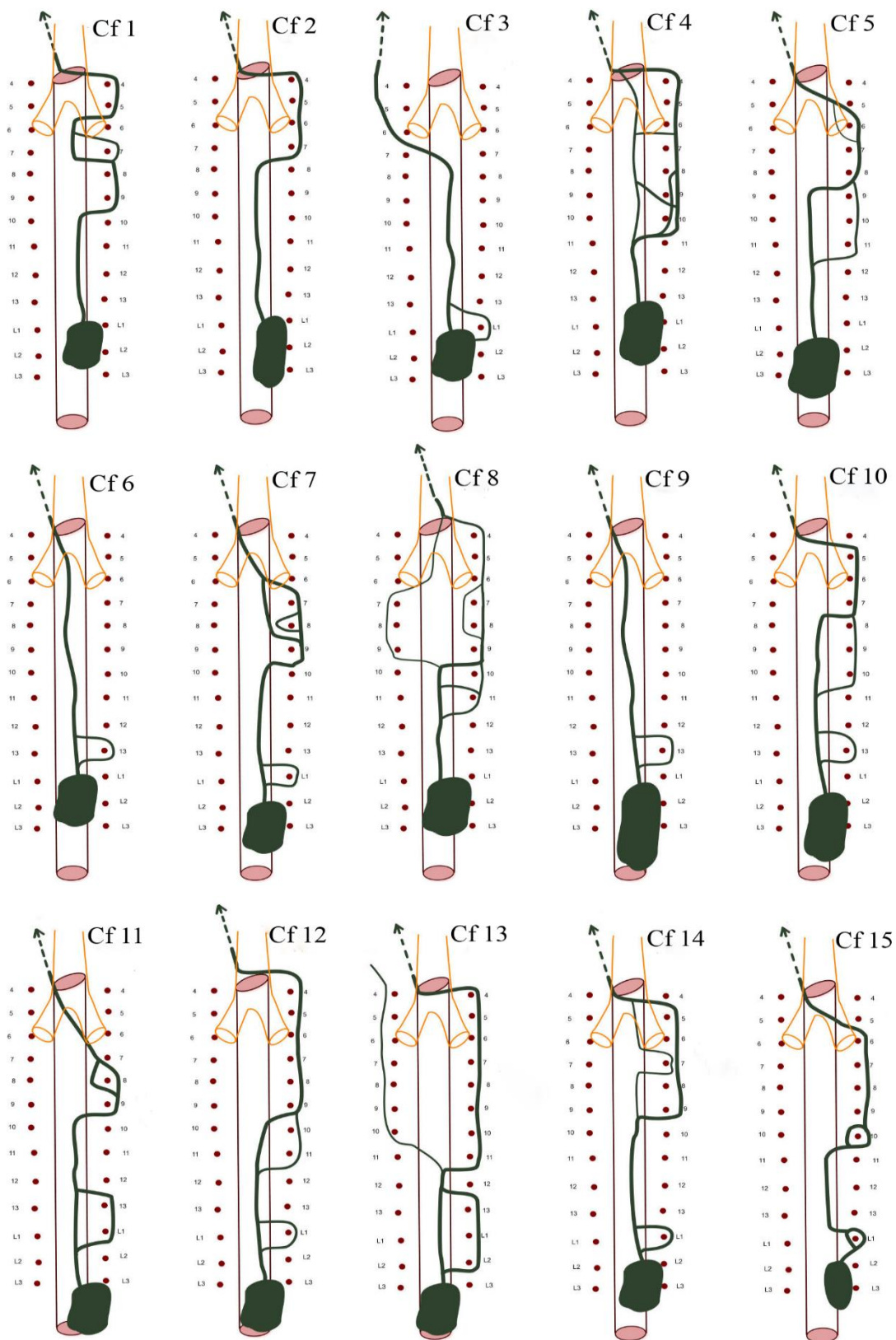
Oznaka životinje	Pasmina	Spol	Dob
Cf 1	rotvajler	mužjak	vrlo stara
Cf 2	engleski seter	mužjak	stara
Cf 3	bordoška doga	ženka	stara
Cf 4	rotvajler	mužjak	vrlo stara
Cf 5	križanac	mužjak	vrlo stara
Cf 6	križanac	ženka	stara
Cf 7	bernski planinski pas	ženka	mlada
Cf 8	križanac	mužjak	vrlo stara
Cf 9	njemački ovčar	ženka	stara
Cf 10	njufaundlender	mužjak	stara
Cf 11	križanac u tipu škotskog ovčara	ženka	vrlo stara
Cf 12	njemački bokser	mužjak	vrlo stara
Cf 13	križanac u tipu bernskog planinskog psa	ženka	vrlo stara
Cf 14	križanac u tipu pudla	ženka	vrlo stara
Cf 15	pudl	mužjak	vrlo stara
Cf 16	zlatni retriver	mužjak	stara
Cf 17	zlatni retriver	mužjak	stara
Cf 18	njemački ovčar	mužjak	mlada
Cf 19	križanac	ženka	vrlo stara
Cf 20	pudl	ženka	vrlo stara
Cf 21	križanac u tipu pinča	mužjak	mlada
Cf 22	engleski koker španijel	mužjak	mlada
Cf 23	mješanac u tipu vuka	ženka	mlada
Cf 24	brak jazavčar	ženka	stara
Cf 25	križanac u tipu njemačkog ovčara	ženka	vrlo stara
Cf 26	zapadnoškotski bijeli terijer	ženka	stara
Cf 27	pudl	ženka	stara
Cf 28	križanac	ženka	mlada
Cf 29	križanac	ženka	mlada
Cf 30	križanac u tipu velikog šnaucera	ženka	stara
Cf 31	belgijski ovčar	ženka	mlada
Cf 32	zlatni retriver	mužjak	stara
Cf 33	njemački ovčar	mužjak	vrlo stara
Cf 34	njemački ovčar	mužjak	stara
Cf 35	graničarski ovčar	mužjak	stara
Cf 36	križanac	mužjak	stara
Cf 37	labrador retriver	ženka	stara
Cf 38	belgijski ovčar	mužjak	stara
Cf 39	križanac u tipu ovčara	mužjak	vrlo stara
Cf 40	njufaundlender	ženka	vrlo stara

## REZULTATI

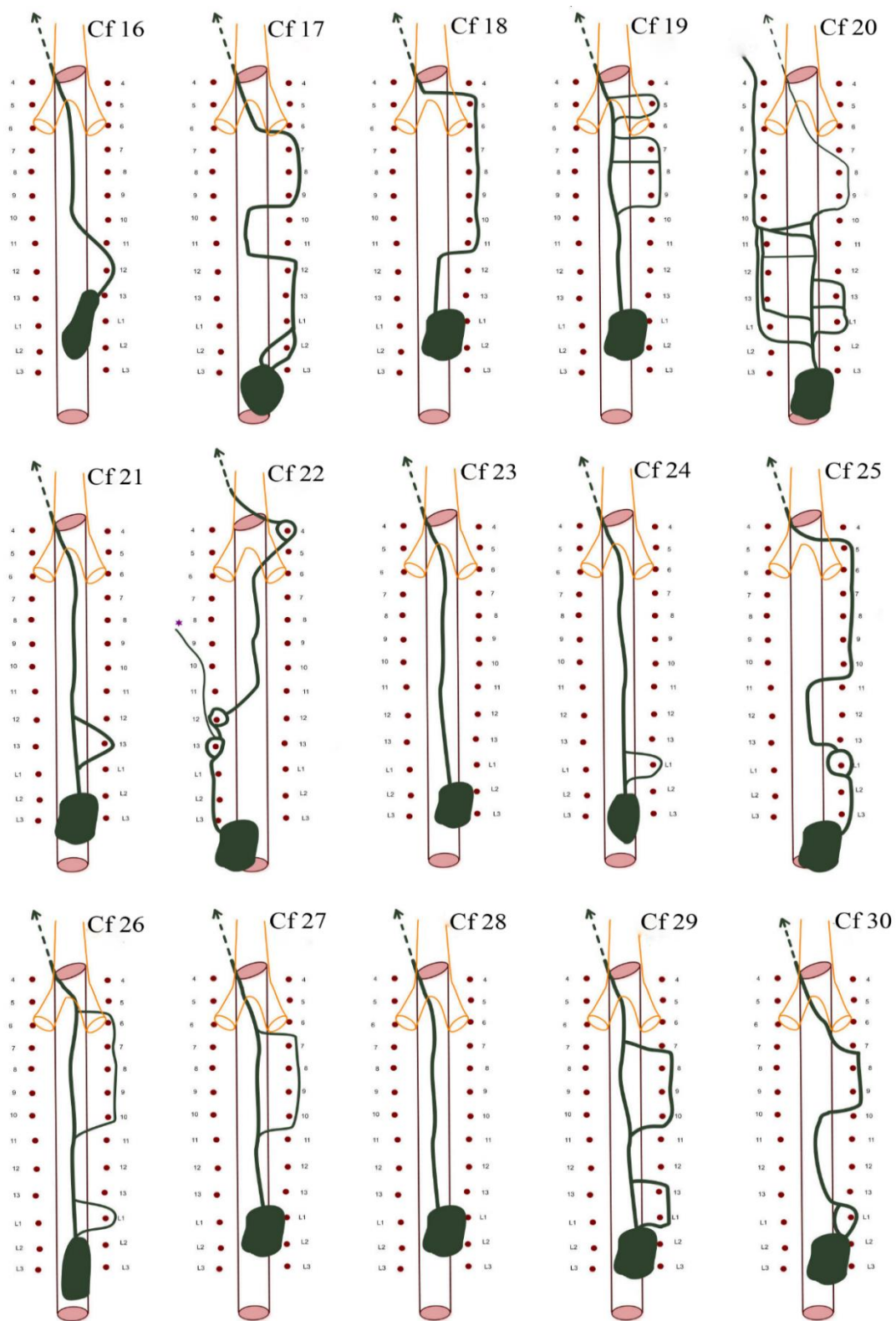
Ovim istraživanjem utvrđena je prisutnost velikog broja anatomskih varijacija glavnog limfnog voda u psa (Slika 1., 2. i 3.). U samo tri životinje (7,5%) utvrđen je tok glavnog limfnog voda kako ga opisuju udžbenici iz anatomije domaćih životinja (za potrebe ovog istraživanja nazvan „standardni“ tok). „Standardni“ tok podrazumijeva jednostruki početak glavnog limfnog voda iz hilusne cisterne, zatim kranijalno usmjereni tok dorzalno i desno od aorte, a u visini petog međurebrenog prostora prijelaz preko dorzalne površine aorte na lijevu stranu prsne šupljine te kranioventralni nastavak i završetak najčešće u lijevom venskom kutu.

Anatomske varijacije glavnog limfnog voda utvrđene ovim istraživanjem svrstane su u šest skupina prema položaju glavnog toka i prema anastomozama. Prvu skupinu čini „standardni“ tok glavnog limfnog voda koji je pronađen u tri psa (7,5%) (Cf 23, 28, 38). Drugu skupinu čine varijacije u kojih se, uz medijalni dio toka nalazi i lateralni, od desnih slabinskih i dorzalnih međurebrenih arterija (Cf 2, 16, 18, 32, 33, 40). Ove varijacije pronađene su u ukupno šest pasa (15%). Treću skupinu čine varijacije u kojih glavni limfni vod tvori prstenove oko jedne ili više slabinskih i/ili dorzalnih međurebrenih arterija te je pronađena u 11 pasa (27,5%) (Cf 3, 4, 6, 9, 19, 21, 24, 26, 27, 29, 37). Četvrta skupina varijacija pronađena je u 14 pasa (35%) te se u nje dio toka glavnog limfnog voda nalazi lateralno od desnih slabinskih i dorzalnih međurebrenih arterija uz tvorbu prstenova oko jedne ili više desnih slabinskih i/ili dorzalnih međurebrenih arterija (Cf 1, 5, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 25, 30, 31, 34). Peta skupina varijacija pronađena je u svega jednog psa (2,5%) i ovdje je utvrđeno da se dio kaudalnog i srednjeg toka nalazi lijevo, uz aortu te tvori prstenove oko lijevih i desnih međurebrenih arterija (Cf 22). U šestu je skupinu svrstano pet pasa (12,5%) u kojih je pronađen dodatni limfni vod desno i dorzalno uz aortu koji izlazi i ulijeva se u glavni limfni vod, sa i bez prstenova oko desnih slabinskih i dorzalnih međurebrenih arterija (Cf 8, 20, 35, 36, 39).

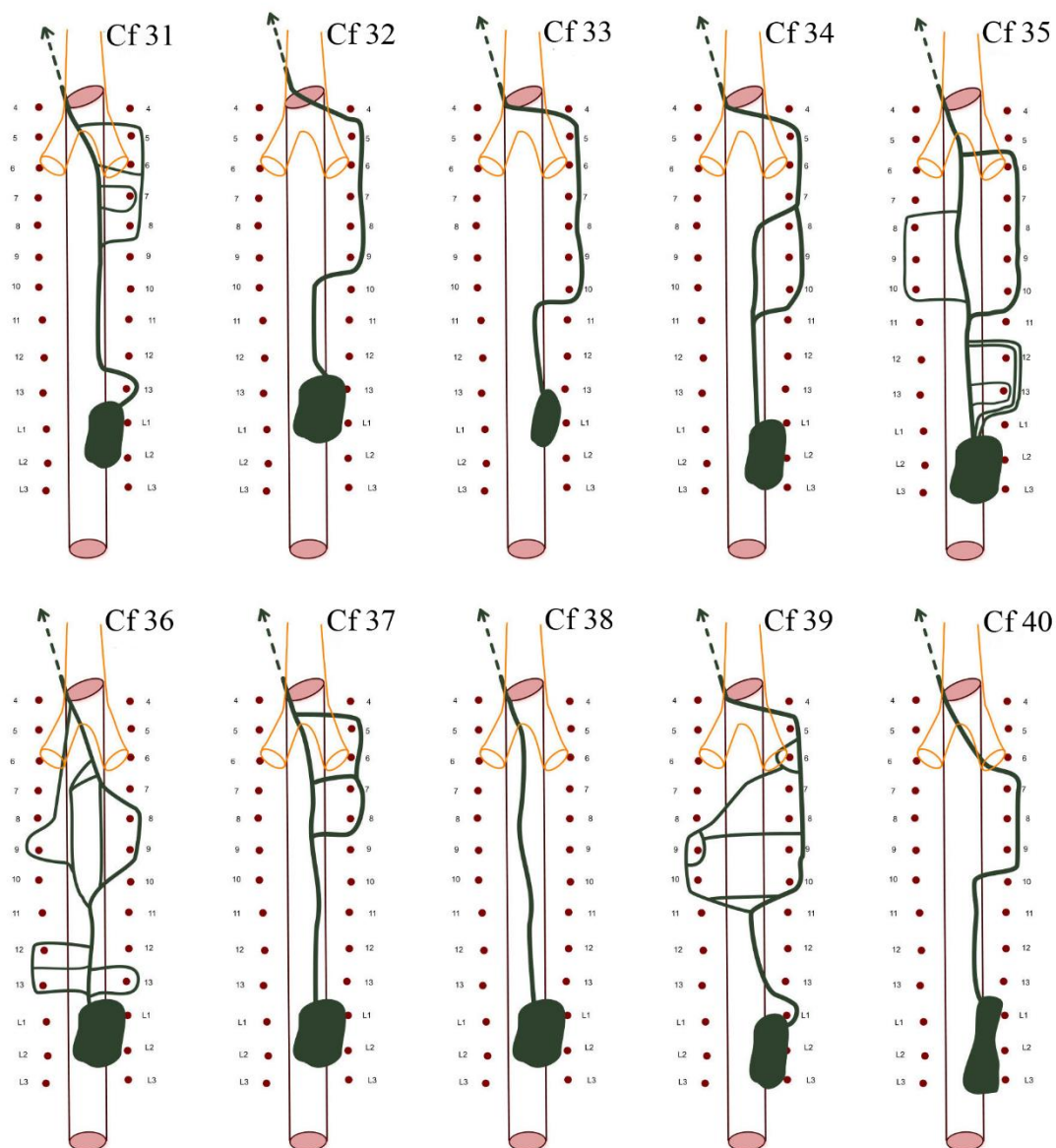
Osim navedene podjele, učinjena je još jedna podjela s obzirom na broj početnih limfnih žila koje izlaze iz hilusne cisterne i kasnije se spajaju u glavni limfni vod. Prvu skupinu čini jednostruki početak glavnog limfnog voda pronađen u 34 psa (85%), dvostruki početak u pet (12,5%) te trostruki početak glavnog limfnog voda u jednog psa (2,5%).



Slika 1. Shematski prikaz anatomskih varijacija glavnog limfnog voda u pasa oznake Cf 1-Cf 15, L1-L3 slabinske arterije, 4-13 broj međurebrene arterije, zeleno – glavni limfni vod, crveno – aorta i dorzalne međurebrene arterije, žuto – dušnik.



Slika 2. Shematski prikaz anatomskih varijacija glavnog limfnog voda u pasa oznake Cf 16-Cf 30, L1-L3 slabinske arterije, 4-13 broj međurebrene arterije, zeleno – glavni limfni vod, crveno – aorta i dorzalne međurebrene arterije, žuto – dušnik.



Slika 3. Shematski prikaz anatomskih varijacija glavnog limfnog voda u pasa oznake Cf 31-Cf 40, L1-L3 slabinske arterije, 4-13 međurebrene arterije, zeleno – glavni limfni vod, crveno – aorta i dorzalne međurebrene arterije, žuto – dušnik.

### *Opis toka glavnog limfnog voda u pregledanih pasa*

#### Cf 1

Hilusna cisterna (cisterna chyli) nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske arterije (arteria lumbalis). Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji se usmjerava kranijalno i dorzalno od aorte i leži medijalno od desnih dorzalnih međurebrenih arterija (aa. intercostales dorsales). Kaudalno od 9. desne međurebrene arterije prelazi na lateralnu stranu te s lateralne strane zaobilazi 9. i 8. dorzalnu međurebrenu arteriju. Oko 7. međurebrene arterije tvori prsten iz kojeg medijalno od 6. međurebrene arterije izlazi jedinstveni limfni vod koji se usmjerava lateralno, te s lateralne strane zaobilazi 5. i 4. desnu međurebrenu arteriju. Kranijalno od 4. međurebrene arterije prelazi s desne na lijevu stranu i usmjerava se kranijalno prema lijevom venskome kutu.

#### Cf 2

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji se usmjerava kranijalno i dorzalno od aorte te leži medijalno od desnih dorzalnih međurebrenih arterija. Kaudalno od 7. desne međurebrene arterije prelazi na lateralnu stranu te se kranijalno usmjerava s lateralne strane desnih međurebrenih arterija. Kranijalno od 4. međurebrene arterije prelazi s desne na lijevu stranu te se usmjerava prema lijevom venskom kutu.

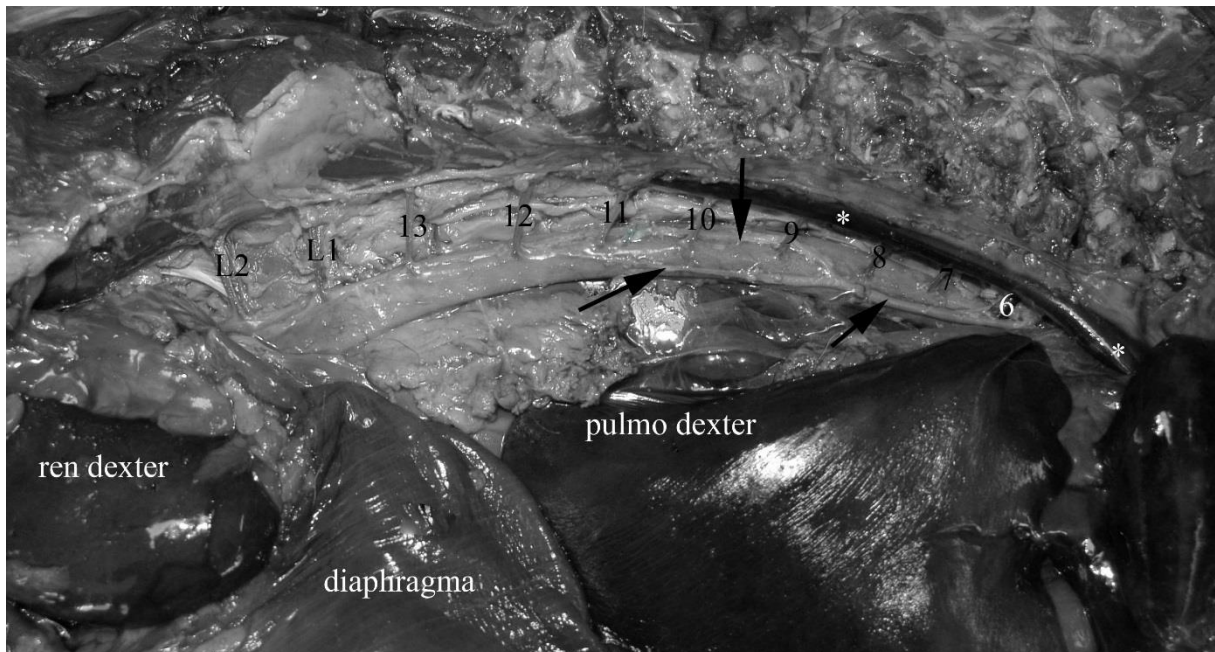
#### Cf 3

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlaze dva limfna voda; veći vod izlazi medijalno, dok manji vod izlazi lateralno od prve desne slabinske arterije. Lateralni vod zaobilazi prvu desnu slabinsku arteriju i priključuje se glavnom limfnom vodu u razini 13. međurebrene arterije te se kao jedinstveni limfni vod usmjerava kranijalno i dorzalno od aorte i medijalno od desnih dorzalnih međurebrenih arterija. Kaudalno uz 6. lijevu međurebrenu arteriju limfni vod prelazi na lijevu stranu i leži lateralno od lijevih međurebrenih dorzalnih arterija i usmjerava se prema lijevom venskom kutu u koji se ulijeva.

#### Cf 4 (Slika 4.)

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od 13. međurebrene arterije do treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela hilusne cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji se usmjerava kranijalno i medijalno do ravnine 11. međurebrenih arterije gdje se dijeli na dva

ogranka; tanji koji se usmjerava kranio-medijano i deblji koji se usmjerava lateralno od desne 10. međurebrene arterije. Deblji vod usmjerava se lateralno od desnih međurebrenih arterija sve do 4. međurebrene arterije. Neposredno nakon odvajanja debljeg voda, kaudalno od 10. desne međurebrene arterije, od njega se odvoji znatno tanji vod koji se usmjerava paralelno s njim sve do 8. međurebrene arterije gdje mu se opet priključuje. Između dva limfna voda razvijene su i dvije anastomoze, kaudalna anastomoza nastaje između 9. i 10. desne međurebrene arterije, usmjerava se kranio-medijalno te se gotovo dijagonalno spaja s tanjim vodom. Kranijalna anastomoza nalazi se između 6. i 7. desne međurebrene arterije i spaja se gotovo transverzalno na tanji vod. Kranijalno od 4. desne međurebrene arterije deblji vod usmjerava se medijalno, spaja se s tanjim vodom te se kao jedinstveni vod usmjerava prema venskom kutu.

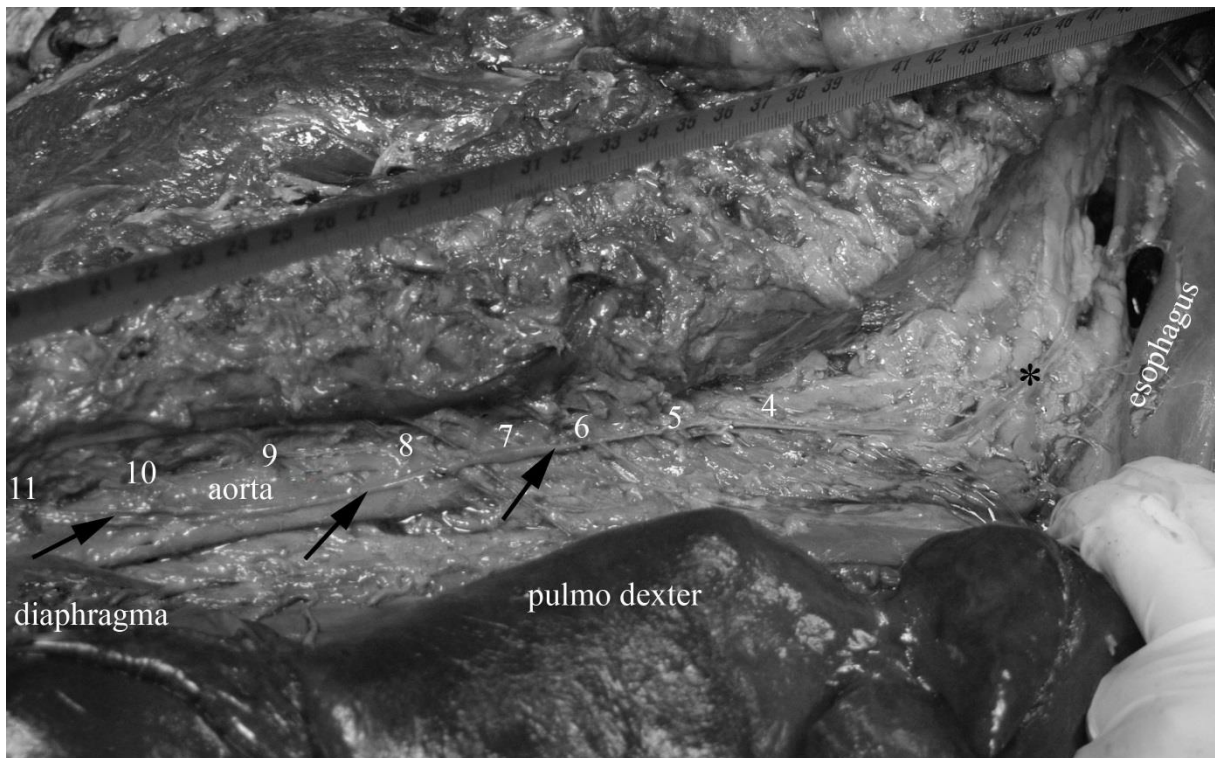


Slika 4. Glavni limfni vod (strelice) psa oznake Cf 4 (desna strana). L1, L2- slabinske arterije, 4 do 11 - desne međurebrene arterije, \* - vena azygos, ren dexter (desni bubreg), diaphragma (ošit), pulmo dexter (desno plućno krilo).

Cf 5 (Slika 5.)

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od druge do četvrte slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne medijano od dorzalnih međurebrenih arterija izlazi jedinstveni limfni vod koji se usmjerava kranijalno. Kaudalno od 11. desne međurebrene arterije od glavnog voda odvaja se znatno tanji vod koji se usmjerava lateralno od desnih međurebrenih arterija. Glavni limfni vod, kaudalno od 8. desne međurebrene arterije prelazi na lateralnu

stranu, gdje mu se priključuje tanji vod te kao jedinstveni vod usmjeravaju se kranijalno i lateralno od desnih međurebrenih arterija. Oko 6. desne međurebrenne arterije tvori prsten. Kaudalno od 5. desne međurebrenne arterije prelazi medijalno od arterija te dorzalno po aorti usmjerava se kranijalno, sve do 4. međurebrenne arterije, nakon koje prelazi na lijevu stranu te se usmjerava prema venskom kutu u koji se ulijeva.



Slika 5. Glavni limfni vod (strelice) psa oznake Cf 5 (desna strana). 4 do11 - desne međurebrenne arterije, esophagus (jednjak), diaphragma (ošit), pulmo dexter (desno plućno krilo), \* desni limfatički vod (ductus lymphaticus dexter).

#### Cf 6, Cf 9, Cf 21

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske aorte. Iz kranijalnog dijela cisterne medijalno od interkostalnih arterija izlazi jedinstveni limfni vod koji oko 13. desne međurebrenne arterije tvori prsten nakon čega se nastavlja kranijalno i dorzalno od aorte prema venskom kutu u koji se ulijeva.

#### Cf 7

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne medijalno od interkostalnih arterija izlazi jedinstveni limfni vod koji



tvori prsten oko prve desne slabinske arterije te se usmjerava kranijalno. Kaudalno od 9. desne međurebrene arterije prelazi na lateralnu stranu te se dijeli na dva voda istog promjera; jedan se usmjerava medijalno od međurebrenih arterija dok drugi prolazi lateralno od 8. i 7. međurebrene arterije. Osim toga, lateralni vod tvori prsten oko 8. desne međurebrene arterije. Kaudalno od 6. desne međurebrene arterije oba voda se spajaju u jedinstveni vod koji se usmjerava kranijalno prema venskom kutu.

Cf 8

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne medijalno od interkostalnih arterija izlazi jedinstveni limfni vod koji se usmjerava kranijalno. Kaudalno od desne 11. međurebrene arterije podjeli se na dva voda; deblji medijalni i tanji lateralni koji prolazi lateralno od 11. i 10. desne međurebrene arterije. Između 10. i 11. desne međurebrene arterije nalazi se anastomoza koja povezuje ova dva voda. Kaudalno od 9. desne međurebrene arterije deblji vod se usmjerava na lateralnu stranu, spaja se s tanjim i kao jedinstveni vod usmjerava se lateralno od desnih međurebrenih arterija. Oko 8. i 7. međurebrene arterije tvori prsten, usmjerava se kranijalno i lateralno od desnih međurebrenih arterija te kranijalno od 4. međurebrene arterije prelazi na lijevu stranu. U razini 10. međurebrene arterije od glavnog voda odvaja se izrazito tanki vod koji se usmjerava lateralno od lijeve 9. do 7. međurebrene arterije. Kaudalno od 6. lijeve međurebrene arterije ovaj vod prelazi medijalno i usmjerava se kranijalno te se spaja s glavnim vodom i kao jedinstveni vod usmjerava se prema venskom kutu.

Cf 10

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od druge do četvrte slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji tvori prsten oko 13. desne međurebrene arterije te se usmjerava kranijalno. U razini 11. desne međurebrene arterije vod se podijeli na dva; medijalni i lateralni koji tvore prsten oko 10.-8. desne međurebrene arterije te se spajaju u jedinstveni vod koji se usmjerava kranijalno i lateralno od 7.-5. desne međurebrene arterije. Kaudalno od 4. desne međurebrene arterije prelazi na lijevu stranu te se usmjerava prema lijevom venskom kutu.

Cf 11

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita kaudalno od treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji se usmjerava kranijalno te oko

desne prve slabinske i 13. međurebrene arterije tvori prsten. Usmjerava se kranijalno ležeći medijalno od desnih međurebrenih arterija. Kaudalno od desne 9. međurebrene arterije prelazi lateralno od desnih međurebrenih arterija, oko 8. međurebrene arterije tvori prsten te se usmjerava kranioventralno. Glavni vod se ulijeva u lijevu vanjsku jugularnu venu 0,5 cm kranijalnije od spajanja vanjske i unutarnje jugularne vene.

#### Cf 12

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita kaudalno od treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji oko prve desne slabinske arterije tvori prsten, usmjerava se kranijalno i oko desne 11. i 10. međurebrene arterije tvori također prsten koji je znatno veći od kaudalnijeg. Nakon kranijalnog prstena usmjerava se kranijalno i lateralno od desnih međurebrenih arterija sve do 4. međurebrene arterije. Kranijalno od 4. međurebrene arterije prelazi na lijevu stranu i usmjerava se prema venskom kutu.

#### Cf 13

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita kaudalno od treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji se usmjerava kranijalno i dorzalno po aorti. U razini druge desne slabinske arterije podjeli se u dva voda koji tvore prsten oko desne druge i prve slabinske te 13. međurebrene arterije. U razini 12. međurebrene arterije spaja se u jedinstveni vod koji se usmjerava desno i lateralno od desnih međurebrenih arterija sve do 4. međurebrene arterije gdje prelazi na lijevu stranu i ulijeva se u venski kut.

#### Cf 14

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od druge do četvrte slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji neposredno nakon nastanka tvori prsten oko desne prve slabinske arterije, nakon čega se usmjerava kranijalno po aorti medijalno od desnih interkostalnih arterija. U razini 10. međurebrene arterije podjeli se na dva voda. Deblji vod usmjerava se lateralno od desne 9. do 5. međurebrene arterije. Kranijalno od 5. desne međurebrene arterije prelazi na lijevu stranu i usmjerava se prema venskom kutu u koji se ulijeva. Znatno tanji vod usmjerava se kranijalno i medijalno od 9. i 8. desne međurebrene arterije, zatim prolazi lateralno od 7. desne međurebrene arterije te se usmjeri medijalno i kranijalno. Kada se deblji vod s lateralne, desne strane usmjeri medijalno (u razini 4. međurebrene arterije) tanji vod mu se pridružuje te se kao jedinstveni vod ulijevaju u venski kut.

#### Cf 15

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od druge do četvrte slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji tvori uski prsten oko prve desne slabinske arterije te se usmjerava kranijalno po aorti, medijalno od desnih međurebrenih arterija. Oko 10. desne međurebrenne arterije tvori također prsten iz kojega izlazi jedinstveni vod koji se usmjerava lateralno od desne 9. do 6. međurebrenne arterije. Kaudalno od desne 5. međurebrenne arterije prelazi na medijalnu stranu pa se ulijeva 5 mm kranijalnije od ušća unutrašnje u vanjsku jugularnu venu.

#### Cf 16

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od 13. međurebrenne arterije do druge slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji se usmjerava lateralno od desne 12. međurebrenne arterije, prelazi medijalno te se kranijalno usmjerava dorzalno po aorti sve do prelaska na lijevu stranu u ravnini 4. međurebrenne arterije, nakon čega se usmjerava prema venskom kutu.

#### Cf 17

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita kaudalno od treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlaze dva voda koja tvore prsten oko druge desne slabinske arterije. Zatim se spajaju u jedinstveni vod koji se usmjerava lateralno od prve desne slabinske do 12. desne međurebrenne arterije. Jedinstveni limfni vod prelazi medijalno od 11. i 10. desne međurebrenne arterije te opet lateralno od 9. do 7. desne međurebrenne arterije. Kaudalno od 6. međurebrenne arterije limfni vod križa dorzalno aortu, prelazi na lijevu stranu pa se usmjerava prema venskom kutu u koji se ulijeva.

#### Cf 18

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji se usmjerava kranijalno i medijalno od desnih međurebrenih arterija. Kaudalno od 11. desne međurebrenne arterije prelazi na lateralnu stranu te sve do 5. desne međurebrenne arterije prolazi lateralno od ovih arterija. Kaudalno od 4. desne međurebrenne arterije prelazi na lijevu stranu i usmjerava se prema venskom kutu u koji se ulijeva.

#### Cf 19

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji se usmjerava kranijalno. U razini 10. međurebrene arterije dijeli se u dva dijela; deblji vod usmjerava se kranijalno i medijalno dok se tanji vod usmjerava lateralno od 9. do 7. desne međurebrene arterije. Kaudalno od 7. desne međurebrene arterije između ova dva voda uspostavljena je anastomoza, a kranijalno od 7. međurebrene arterije spajaju se u jedinstveni vod koji se usmjerava kranijalno. Oko 5. desne međurebrene arterije limfni vod tvori prsten, križa dorzalno aortu prelazeći na lijevu stranu pa se kranioventralno usmjerava prema venskom kutu u koji se ulijeva.

#### Cf 20

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita kaudalno od treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji se u razini druge slabinske arterije podjeli na dva voda. Jedan vod leži desno i tvori prsten oko desne prve slabinske i 13. desne međurebrene arterije. Drugi vod ide lijevo i leži lateralno od prve lijeve slabinske arterije. Neposredno kranijalno od njega nastaje iz desnog voda još jedan lijevi vod koji ide kaudalno od lijeve 13. međurebrene arterije te leži paralelno uz lijevi limfni vod. Između lijeve i desne strane postoje poprečne anastomoze u ravnini 10. i 11. međurebrene arterije. Lijevo vodovi usmjeravaju se kranijalno i lateralno od lijevih međurebrenih arterija (i lijevo od prve lijeve slabinske arterije). Kaudalno i dorzalno od 10. međurebrenih arterija lijevi se vodovi spajaju s desnim vodom koji zatim ide lateralno od 9. i 8. desne međurebrene arterije. Kaudalno od 7. međurebrene arterije prelazi dorzalno preko aorte na lijevu stranu nakon čega se usmjerava kranioventralno prema venskome kutu u koji se ulijeva.

#### Cf 22

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita kaudalno od treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji se nalazi lateralno od lijevih međurebrenih arterija. Usmjerava se kranijalno i s lateralne strane te oko lijeve 13. i 12. međurebrene arterije tvori uski prsten. Zatim se usmjerava kranijalno i dorzalno na desnu stranu te leži medijalno od desnih međurebrenih arterija. Oko 4. desne međurebrene arterije tvori uski prsten iz kojega izlazi jedinstveni vod koji prelazi na lijevu stranu i usmjerava se prema venskom kutu.

Cf 23, Cf 28, Cf 38

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji se usmjerava kranijalno i medijalno od desnih međurebrenih arterija sve do 4. međurebene arterije gdje prelazi na lijevu stranu i usmjerava se prema venskom kutu.

Cf 24

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne medijano izlazi jedinstveni vod koji oko desne prve slabinske arterije tvori prsten, nakon kojeg se usmjerava kranijalno i medijalno od desnih međurebrenih arterija sve do ravnine 4. međurebene arterije gdje dorzalno od aorte prelazi na lijevu stranu i usmjerava se prema venskom kutu.

Cf 25

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita kaudalno od treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod lateralno od desnih slabinskih arterija, koji se usmjerava kranijalno te oko prve desne slabinske arterije tvori uski prsten pa se kranijalno nastavlja medijalno od desnih međurebrenih arterija. Kaudalno od 10. desne međurebene arterije prelazi na lateralnu stranu te se usmjerava kranijalno i lateralno sve do 5. međurebene arterije. Kaudalno od 5. desne međurebene arterije prelazi medijalno i usmjerava se dorzalno preko aorte nakon čega se ulijeva 0,5 cm kranijalno od spajanja vanjske s unutrašnjom jugularnom venom.

Cf 26

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita do druge slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji oko prve desne slabinske arterije tvori prsten. Jedinstveni vod se usmjerava kranijalno i medijalno sve do 11. međurebene arterije gdje se podjeli na dva voda; deblji vod koji se usmjerava kranio-medijalno i znatno tanji vod koji se usmjerava kranio-lateralno od desnih međurebrenih arterija. Tanji vod kaudalno od 5. desne međurebene arterije prelazi medijalno i spaja se s debljim vodom te se kao jedinstveni vod usmjeravaju lijevo prema venskom kutu.

#### Cf 27

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji se usmjerava kranijalno i medijalno od desnih međurebrenih arterija sve do 11. desne međurebrenne arterije gdje se podjeli na dva voda; deblji vod koji se usmjerava kranio-medijalno i znatno tanji vod koji se usmjerava kraniolateralno od desnih međurebrenih arterija. Tanji vod kaudalno od 6. desne međurebrenne arterije prelazi medijalno i spaja se s debljim vodom te se kao jedinstveni vod usmjeravaju lijevo prema venskom kutu.

#### Cf 29

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlaze dva limfna voda jednakog promjera. Jedan vod se usmjerava kranio-medijalno, a drugi vod se usmjerava lateralno od prve desne slabinske i 13. desne međurebrenne arterije. Kranijalno od 13. međurebrenne arterije prelazi medijalno te se ova dva voda spajaju u jedinstveni vod. U razini 11. međurebrenne arterije opet se podijele na dva voda; jedan ostaje medijalno dok se drugi usmjerava lateralno od desne 10. do 8. međurebrenne arterije. Kaudalno od 7. desne međurebrenne arterije lateralni vod prelazi medijalno te se ova dva voda spajaju u jedinstveni vod koji se usmjerava kranijalno prema venskom kutu.

#### Cf 30

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlaze dva voda koja tvore uski prsten oko prve desne slabinske arterije. Iz prstena izlazi jedinstveni vod koji se usmjerava kranio-medijalno od desnih međurebrenih arterija. Kaudalno od 9. desne međurebrenne arterije vod prelazi na lateralnu stranu te se usmjerava kranijalno i lateralno od 9. i 8. desne međurebrenne arterije. Kaudalno od 7. međurebrenne arterije prelazi na medijalnu stranu te se usmjerava kranijalno prema venskom kutu u koji se ulijeva.

#### Cf 31

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita kaudalno od 13. desne međurebrenne arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji se usmjerava lateralno od 13. desne međurebrenne arterije te se odmah usmjerava medijalno i prolazi dorzalno po aorti. U razini 9. međurebrenne arterije podijeli se na dva voda; deblji medijalni i tanji lateralni vod. Od debljeg voda odvaja se još jedan izrazito tanki vod koji tvori prsten oko 7. desne

međurebrene arterije i odmah se spaja na deblji vod. Lateralni vod prolazi lateralno od desne 8. do 5. međurebrene arterije. Kaudalno od 4. međurebrene arterije tanji vod prelazi na medijalnu stranu i spaja se s debljim vodom te se kao jedinstveni vod usmjeravaju prema venskom kutu u koji se ulijevaju. Između debljeg i tanjeg voda, kaudalno od 6. desne međurebrene arterije, nalazi se anastomoza.

#### Cf 32

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita kaudalno od 13. desne međurebrene arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji se usmjerava kranio-medijalno od desnih međurebrenih arterija. Kaudalno od 9. desne međurebrene arterije prelazi na lateralnu stranu te se usmjerava lateralno od 9. do 5. desne međurebrene arterije. Kaudalno od 4. desne međurebrene arterije prelazi na medijalnu stranu i usmjerava se prema venskom kutu.

#### Cf 33

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita kaudalno od 13. desne međurebrene arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji se usmjerava kranio-medijalno. Kaudalno od 10. desne međurebrene arterije prelazi na lateralnu stranu te se usmjerava lateralno od 10. do 5. desne međurebrene arterije. Kaudalno od 4. desne međurebrene arterije prelazi na medijalnu stranu i usmjerava se prema venskom kutu.

#### Cf 34

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji se usmjerava kranijalno i leži medijalno od desnih međurebrenih arterija. U razini 11. međurebrene arterije podijeli se na dva voda jednake debljine; medijalni i lateralni vod. Lateralni vod prolazi lateralno od 10. do 8. međurebrene arterije, a medijalni medijalno. Kranijalno od 8. međurebrene arterije ova dva voda spajaju se u jedinstveni vod koji se usmjerava kranijalno i lateralno od 7. do 5. desne međurebrene arterije. Kaudalno od 4. međurebrene arterije limfni vod prelazi dorzalno od aorte na lijevu stranu te se usmjerava prema venskom kutu.

#### Cf 35

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlaze tri voda: medijalni i dva znatno tanja lateralna. Medijalni vod

usmjerava se kranijalno ležeći medijalno od desnih međurebrenih arterija, a dva lateralna prolaze paralelno i lateralno od 13. i 12. desne međurebrene arterije. Kaudalno od 11. međurebrene arterije spajaju se s medijalnim vodom. Medijalni vod oko 13. desne međurebrene arterije napravi prsten. U razini 11. međurebrene arterije od sada jedinstvenog, medijalnog, limfnog voda odvajaju se dva lateralna voda; tanki lijevi i deblji desni vod. Lijevi vod prolazi lateralno od lijeve 10. do 8. međurebrene arterije te se kaudalno od 7. lijeve međurebrene arterije spaja na glavni vod. Desni vod je jednake debljine kao i glavni vod te se usmjerava kranijalno i prolazi lateralno od desne 10. do 6. međurebrene arterije. Kaudalno od 5. desne međurebrene arterije spaja se s glavnim vodom te se kao jedinstveni vod usmjerava prema venskom kutu u koji se ulijeva.

#### Cf 36

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji se odmah podijeli na dva lateralna voda: desni i lijevi vod. Desni lateralni vod tvori prsten oko desne 13. međurebrene arterije te se odmah spaja na glavni limfni vod. Lijevi vod tvori veliki prsten oko 13. i 12. lijeve međurebrene arterije te se spaja na glavni vod. Između 13. i 12. lijeve međurebrene arterije nalazi se anastomoza koja povezuje ova dva voda. U razini 11. međurebrene arterije limfni vod se podijeli na dva lateralna voda: desni i lijevi. Desni lateralni vod tvori široki prsten oko 9. i 8. desne međurebrene arterije te se nakon toga usmjerava kranio-medijalno. Lijevi lateralni vod usmjerava se lateralno od 9. lijeve međurebrene arterije te se nakon toga usmjerava medijalno od lijevih međurebrenih arterija. Između lijevog i desnog voda nalazi se anastomoza koja započinje na lijevom vodu u razini 9. međurebrene arterije, usmjerava se kranijalno, podjeli se na dva ogranka koja se spajaju s desnim vodom u razini 6. desne međurebrene arterije. Desni i lijevi vod spajaju se u razini 4. međurebrene arterije te se kao jedinstveni vod usmjerava prema venskom kutu.

#### Cf 37 (Slika 6.)

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni vod koji se usmjerava kranio-medijano. U razini 9. međurebrene arterije vod se podijeli na dva voda jednake debljine; medijalni i lateralni. Lateralni vod usmjerava se kranijalno i lateralno od 8. do 5. desne međurebrene arterije. Ova dva voda povezuje anastomoza koja se nalazi između 6. i 7. međurebrene arterije. Kaudalno od



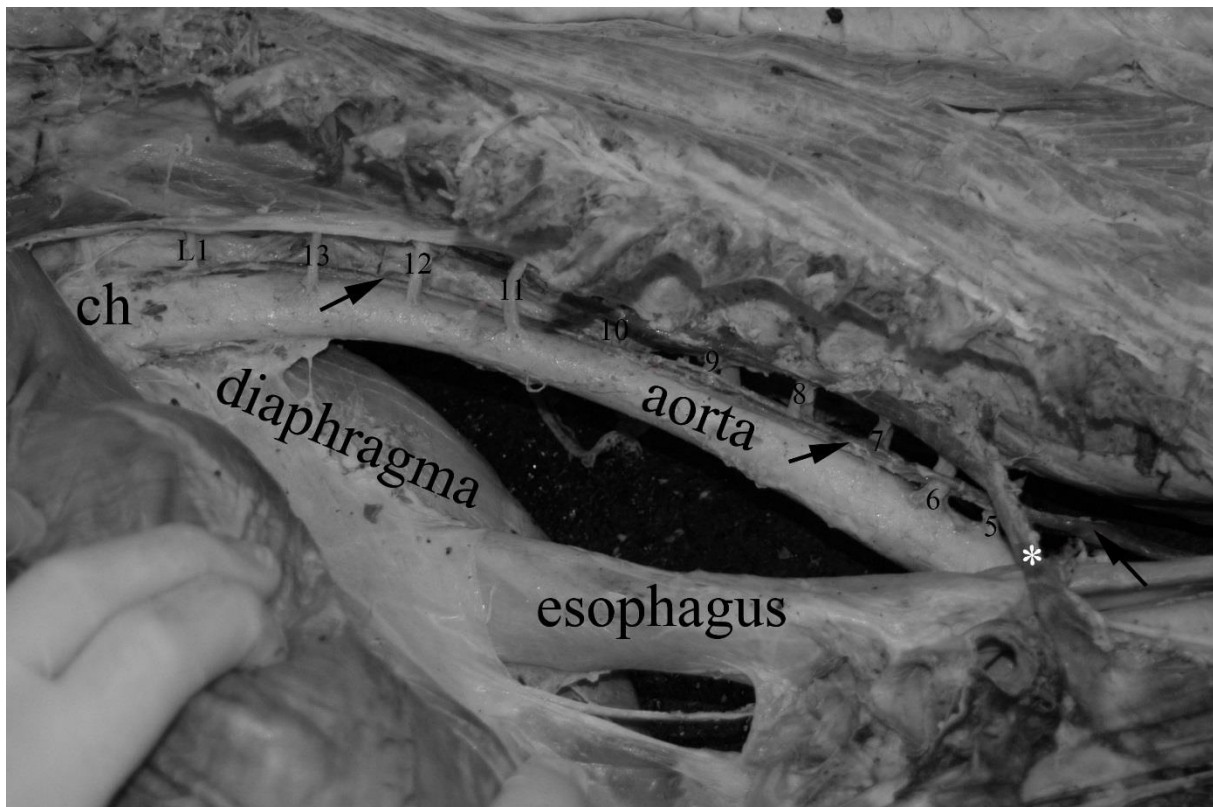
4. desne međurebrene arterije lateralni vod prelazi medijalno i spaja se sa medijalnim vodom te se kao jedinstveni vod usmjerava kranijalno prema venskom kutu u koji se ulijeva.



Slika 6. Glavni limfni vod (strelice) psa oznake Cf 37 (desna strana). 5 do 7 - desne međurebrene arterije.

Cf 39 (Slika 7.)

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod lateralno od prve desne slabinske arterije te se usmjerava kranio-medijano. U razini 11. međurebrene arterije podijeli se na dva lateralna voda: lijevi i desni. Deblji, desni vod usmjerava se lateralno od desnih (10.-5.) međurebrenih arterija i oko 6. tvori uski prsten. Lijevi, tanji vod usmjerava se lateralno od 10. lijeve međurebrene arterije, oko 9. lijeve međurebrene arterije tvori uski prsten iz kojega s medijalne strane izlazi jedinstveni vod koji se kranijalno i dijagonalno usmjerava prema prstenu koji se nalazi oko 6. desne međurebrene arterije. Između ova dva voda nalaze se dvije transverzalne anastomoze: stražnja se nalazi kaudalno od 10. međurebrene arterije i prednja koja se nalazi kaudalno od 8. međurebrene arterije. Kaudalno od 4. desne međurebrene arterije jedinstveni limfni vod prelazi s desne na lijevu stranu i usmjerava se prema venskom kutu u koji se ulijeva.



Slika 7. Glavni limfni vod (strelice) psa oznake Cf 39 (desna strana). L1, L2- slabinske arterije, 5 do13 - desne međurebrene arterije, ch – cisterna chyli (hilusna cisterna), \* - vena azygos, esophagus (jednjak), diaphragma (ošit), pulmo dexter (desno plućno krilo).

#### Cf 40

Hilusna cisterna nalazi se između krakova ošita od prve do treće slabinske arterije. Iz kranijalnog dijela cisterne izlazi jedinstveni limfni vod koji se usmjerava kranio-medijalno. Kaudalno od 9. desne međurebrene arterije prelazi na lateralnu stranu te se usmjerava lateralno od 9. do 7. desne međurebrene arterije. Kaudalno od 6. desne međurebrene arterije prelazi na medijalnu stranu te se usmjerava prema venskom kutu u koji se ulijeva.

## RASPRAVA

U uzorku od 40 pasa, u kojih je uspješno izoliran glavni limfni vod, pronađene su brojne varijacije u toku glavnog limfnog voda koje su u svrhu lakšeg razumijevanja podijeljene u šest različitih skupina. Prva varijacija je ujedno i „standardni“ tok glavnog limfnog voda te je pronađena u tri psa. Drugu skupinu čine varijacije u kojih se, uz medijalni dio toka, nalazi i lateralni od desnih slabinskih i dorzalnih međurebrenih arterija (Cf 2, 16, 18, 32, 33, 40). U trećoj skupini varijacija glavni limfni vod tvori prstenove oko jedne ili više slabinskih i/ili dorzalnih međurebrenih arterija i ovaj tip varijacija pronađen je u 11 pasa. Četvrta skupina varijacija pronađena je u 14 pasa te se u nje dio toka glavnog limfnog voda nalazi lateralno od desnih slabinskih i dorzalnih međurebrenih arterija uz tvorbu prstenova oko jedne ili više desnih slabinskih i/ili dorzalnih međurebrenih arterija. Peta skupina varijacija pronađena je u svega jednog psa i ovdje se dio kaudalnog i srednjeg toga nalazi lijevo, a ne desno, uz aortu uz tvorbu prstenova oko lijevih i desnih međurebrenih arterija. U šestu je skupinu svrstano pet pasa u kojih je pronađen dodatni limfni vod desno uz aortu koji izlazi i ulijeva se u glavni limfni vod, s i bez prstenova oko desnih slabinskih i dorzalnih međurebrenih arterija. Varijacije pronađene u ovome istraživanju nisu do sada opisane u literaturi, ne spominju se niti u znanstvenim istraživanjima ni u anatomskim udžbenicima.

Kao što je već navedeno u literaturi (MILLER i sur., 1964.; GOMERČIĆ i ŠKRTIĆ, 1981.; ĐURAS GOMERČIĆ i sur., 2009.), hilusna cisterna je u svih pasa pronađena dorzalno od aorte, između krakova ošita od prve do četvrte slabinske arterije, iako se u nekih pasa pregledanih ovim istraživanjem hilusna cisterna protezala kranijalno i do 13. međurebrenih arterija. EKEN i sur. (2001.) spominju smještaj hilusne cisterne također dorzalno od aorte od druge do četvrte slabinske arterije u mačke. VOLLMERHAUS (1981.) navodi kako glavni limfni vod započinje kao jedna, dvije ili čak tri limfne žile što odgovara nalazu početnog dijela glavnog limfnog voda u ovome istraživanju. Od ukupno 40 pasa s uspješno izoliranim glavnim limfnim vodom, u njih 34 glavni limfni vod započinje kao jedna limfna žila, dok u pet pasa započinje kao dvije te u svega jednog psa kao tri limfne žile. EKEN i sur. (2002.) opisuju početak glavnog limfnog voda kao jedinstvenu limfnu žilu u svih osam istraživanih mačaka. ĐURAS GOMERCIC i sur. (2010.) spominju u svinje početak glavnog limfnog voda kao jedinstvene limfne žile što odgovara najučestalijem obliku početka glavnog limfnog voda u ovome istraživanju (85%, 34 od ukupno 40 pasa). Također, ĐURAS GOMERČIĆ i sur. (2009.) opisuju kaudalni dio glavnog limfnog voda u psa kao jedinstvenu limfnu žilu koja se nastavlja na hilusnu cisternu. Može se zaključiti da je pojavnost početnog dijela limfnog voda u obliku

jedinstvene limfne žile koja izlazi iz kranijalnog ruba hilusne cisterne daleko najučestalija. Iako, moguće su varijacije i u ovome (kaudalnom) dijelu glavnog limfnog voda što je dokazano ovim istraživanjem, gdje je ustanovljeno da je u 15% pasa moguć i dvostruki ili trostruki početak glavnog limfnog voda. U mačaka je opisan u obliku mreže razgranati tip glavnog limfnog voda koji je prisutan u kaudalnom i središnjem sredoprsju (EKEN i sur., 2002.), što pokazuje sličnost s tri psa (Cf 20, Cf 36, Cf 39) iz ovog istraživanja. Podjela glavnog limfnog voda na dvije grane uočena je u 12,5% pasa, no ona je u pravilu u kaudalnom ili srednjem dijelu toka glavnog limfnog voda. EKEN i sur. (2002.) također spominju podjelu glavnog limfnog voda na dvije grane ali u kranijalnom dijelu toka i to u visini prve i druge dorzalne međurebrene arterije, 1 cm prije ulijevanja u lijevi venski kut u jedne od ukupno osam mačaka. Slično navedenom, DURAS GOMERCIC i sur. (2010.) opisuju pojavu dvije različite varijacije u toku glavnog limfnog voda u svinje s pojavnošću od 33%. Varijacije su u obliku grananja glavnog limfnog voda u prekardijačnom dijelu, točnije u neposrednoj blizini lijeve potključne arterije, pri čemu se u tri životinje dvije grane kreću paralelno jedna na drugu a u dvije ne. Rezultati ovog istraživanja pokazuju podjelu glavnog limfnog voda na dvije grane, najčešće u visini desete međurebrene arterije. Ujedno, te grane glavnog limfnog voda u pravilu tvore široki prsten oko tri do šest dorzalnih međurebrenih arterija. ĐURAS GOMERČIĆ i sur. (2009.) navode pojavu dodatne grane glavnog limfnog voda u psa koja se odvaja u ravnini 11. dorzalnih međurebrenih arterija te se usmjerava lateralno od 10., 9. i 8. desne dorzalne međurebrene arterije. U ovom istraživanju nije utvrđena ovakva pojava cjelovitog dodatnog limfnog voda, ali su uočene grane glavnog limfnog voda koje bi se mogle odrediti kao parcijalni dodatni limfni vodovi koji idu paralelno s glavnim limfnim vodom, ali lateralno od međurebrenih arterija. Istraživanje pokazuje kako su ti parcijalni dodatni limfni vodovi uvijek u vezi s glavnim limfnim vodom preko poprečnih grana, tako da rade veće ili manje prstenova oko jedne ili više dorzalnih međurebrenih arterija. Pojava prstenova od debljih ili tanjih limfnih žila oko jedne ili više slabinskih i/ili dorzalnih međurebrenih arterija prethodno je opisana u literaturi (GOMERČIĆ i ŠKRTIĆ, 1981.; INOUE i MAKITA, 1994.; KIRIKI i sur., 2011.). INOUE i MAKITA (1994.) navode pojavnost prstenastih tvorbi u 24,4% japanskog makakija (*Macaca fuscata*). Uz to opisuju i nalaz bilateralnog glavnog limfnog voda u 7,3% slučajeva, desnog glavnog limfnog voda u 63,4% te lijevog u 29,3%. Slično opisuju i KIRIKI i sur. (2011.) u goveda. Dok u ovome istraživanju nema bilateralnog glavnog limfnog voda, postoje dva (Cf 20 i Cf 22) koja pokazuju veliku sličnost s lijevim tipom glavnog limfnog voda kao u istraživanju INOUE i MAKITA (1994.), iako oba imaju i dio toka desno od aorte. RADLINSKY i sur. (2002.), slično kao i INOUE i MAKITA (1994.), opisuju pojavu bilateralnog glavnog limfnog voda u dva od ukupno

pet istraživanih pasa. U jednog od ukupno pet pasa pojavljuje se dodatna grana koja nastaje u visini 8. dorzalne međurebrene arterije te u jednog psa dodatna grana koja nastaje u visini 12. dorzalne međurebrene arterije, što pokazuje sličnost s određenim rezultatima u ovome istraživanju. Isto tako, autori opisuju jedan glavni limfni vod koji je jednostruk u svome kaudalnom dijelu dok se kranijalno od ravnine 6. dorzalne međurebrene arterije pojavljuju brojne krivudave grane. Međutim, sličnost s posljednjim nalazom u ovome istraživanju ne postoji. Ovakvo mnogostruko grananje glavnog limfnog voda u prekardijačnom sredoprsju koje spominju RADLINSKY i sur. (2002.) u svome istraživanju moglo bi odgovarati širokim prstenovima oko dorzalnih međurebrenih arterija koji su uočeni u ovome istraživanju (Cf 4, Cf 5, Cf 10, Cf 13, Cf 14, Cf 19, Cf 20, Cf 26, Cf 27, Cf 29, Cf 31, Cf 34, Cf 35, Cf 39). GOMERČIĆ i ŠKRTIĆ (1981.) opisuju pojavu inverznog tipa glavnog limfnog voda koji tvori prsten oko 12. desne dorzalne međurebrene arterije, nakon čega između 11. i 10. desne dorzalne međurebrene arterije prelazi na lateralnu stranu krećući se prema kranijalno pa završava svoj tok spajajući se s desnom vanjskom jugularnom venom (v. jugularis externa dextra). Sličnost s ovim nalazom nije pronađena u provedenom istraživanju.

Anatomske varijacije glavnog limfnog voda postoje i u čovjeka te su detaljnije istražene zajedno s brojnim pritocima glavnog limfnog voda. RIQUET i sur. (2002.) u svome istraživanju navode brojne pritoke iz različitih struktura prsne šupljine upravo u glavni limfni vod. Najznačajniji opisani pritoci su upravo oni iz pluća, područnih limfnih čvorova, srca, jednjaka i ošita. CHEN i sur. (2005.) opisuju pojavu bilateralnog glavnog limfnog voda uz pojavu parne gornje šuplje vene (v. cava superior). Međutim, niti jedna anatomska varijacija iz ovog istraživanja ne odgovara varijacijama opisanim u ljudi. Također, SKANDALAKIS i sur. (2007) u svome istraživanju navode detaljan pregled ušća glavnog limfnog voda. Ovakav pregled ušća nije objavljen za životinje.

Glavni se limfni vod razvija iz velikog broja limfnih žila između kojih su prisutne brojne anastomoze (SADLER, 2008.). S obzirom na specifičan anatomski razvoj limfnog sustava i glavnog limfnog voda, varijacije pronađene u ovome istraživanju su moguće kao posljedica zaostalih osnova embrionalnih limfnih žila i anastomoza.

Poznavanje anatomije glavnog limfnog voda od iznimne je važnosti u kirurgiji, posebice tijekom operativnih zahvata u prsnoj šupljini kako bi se izbjeglo istjecanje limfe, to jest hilotoraks (CHEN i sur., 2005.). Iako može biti uzrokovan nepažljivošću operatera, znatno češće razlog nastanka hilotoraksa nije poznat. Međutim, postoje i brojna sekundarna stanja koja dovode do opstrukcije glavnog limfnog voda ili sprječavaju otjecanje limfe u krvotok, pri čemu

se razvija limfna hipertenzija i dilatacija te posljedično tome istjecanje limfe u prsnu šupljinu. Najčešća stanja povezana s hilotoraksom su ektazija, ruptura, opstrukcija stražnje šuplje vene (v. cava caudalis), restriktivni perikarditis, kardiomiopatije i dr. U pasa je pojavnost ovoga problema najčešće zabilježena u pasa srednje dobi i u starijih pasa, a opisane su pasminske predispozicije u afganistanskog hrta i shiba inu. Iako je moguće konzervativno liječenje hilotoraksa, često se mora pribjeći operativnom zahvatu koji podrazumijeva desnu torakotomiju kroz 10. i 11. međurebreni prostor i podvezivanje glavnog limfnog voda (HARARI, 2000.)

Ovim radom utvrđena je prisutnost velikog broja anatomskih varijacija glavnog limfnog voda u psa. Od posebne su važnosti brojne anatomske varijacije pronađene upravo u ravnini 10. i 11. međurebrenog prostora u kojem se često izvodi torakotomija u svrhu liječenja hilotoraksa. Također, AKCALI i sur. (2006.) u svome istraživanju ističu važnost poznavanja anatomije glavnog limfnog voda pri operativnim zahvatima na prsnoj kralježnici u ljudi što se može usporediti i sa psima. Ujedno se ističe važnost prijeoperativne limfangiografije u svrhu jasnog uočavanja anatomskih varijacija glavnog limfnog voda radi sprječavanja komplikacija i neželjenih postoperativnih posljedica.

## ZAKLJUČCI

1. Glavni limfni vod (ductus thoracicus) vrlo je varijabilan u pasa.
2. Glavni limfni vod (ductus thoracicus) odstupa od standardnog opisa u 92,5% pasa.
3. Anatomske varijacije glavnog limfnog voda izražene su u obliku dodatnih limfnih vodova lateralno i medijalno uz lijeve i desne međurebrene arterije i poprečnih anastomoza.
4. Anatomske varijacije posljedica su složene zametne osnove glavnog limfnog voda koji se nalazi dorzalno uz aortu.
5. Velika varijabilnost glavnog limfnog voda zahtjeva pažljivu obradu mekih struktura prilikom kirurških zahvata u dorzalnom dijelu prsne šupljine.

## ZAHVALE

Zahvaljujem mentorici doc. dr. sc. Martini Đuras i asistentu dr.sc. Ivanu Aliću na stručnome vodstvu, sugestijama i pomoći. Također, zahvaljujem izv. prof. dr. sc. Tajani Trbojević Vukičević i izv. prof. dr. sc. Snježani Kužir na pomoći pri anatomskoj sekciji.



## POPIS LITERATURE

AKCALI, O., A. KIRAY, I. ERGUR, S. TETIK, E. ALICI (2006): Thoracic duct variations may complicate anterior spine procedures. *Eur. Spine J.* 15, 1347-1351.

CHEN, H., S. SHOUMURA, S. EMURA (2006): Bilateral thoracic ductus with coexistent persistent left superior vena cava. *Clin. Anat.* 19, 350-353.

DAY, M. J., R. D. SCHULTZ (2013): Veterinarska imunologija, načela i primjena. Medicinska naklada, Zagreb.

DURAS GOMERCIC, M., T. TRBOJEVIC VUKICEVIC, T. GOMERCIC, A. GALOV, T. FRUK, H. GOMERCIC (2010): The cisterna chyli and thoracic duct in pigs (*Sus scrofa domestica*). *Vet. Med.Czech.* 55, 30-34.

ĐURAS GOMERČIĆ, M., T. GOMERČIĆ, D. ŠKRTIĆ, A. GALOV, H. LUCIĆ, S. VUKOVIĆ, H. GOMERČIĆ (2009): The accessory thoracic duct in a dog. *Vet. Arhiv* 79, 157-165.

DYCE, K. M., W. O. SACK, C. J. G. WENSING (2010): Textbook of veterinary anatomy. Saunders Elsevier, Philadelphia, Pennsylvania.

EKEN, E., S. TIPIRDAMAZ, M. GEZICI, K. BESOLUK, V.OZDEMIR (2001): Conformation of cisterna chyli in cats (*Felis catus*). *Rev. Med. Vet.Toulouse.* 152, 463-468.

EKEN, E., K.BESOLUK, S. TIPIRDAMAZ, M.GEZICI, S. BAHAR (2002): Thoracic duct in cats (*Felis catus*). *Rev. Med. Vet.Toulouse.* 153, 717-721.

GOMERČIĆ, H., D. ŠKRTIĆ (1981): Inverzni smještaj duktusa toracikusa u psa. *Vet. Arhiv* 51, S43-S46.

HARARI, J. (2000): Small animal surgery secrets. Hanley & Belfus, Philadelphia, Pennsylvania.

INOUE A., T. MAKITA (1994): Variations in the thoracic duct in japanese monkey (*Macaca fuscata*). J. Anat. 185, 189-193.

KIRIKI, W., Y. KOZUKA, T. NASU AND M. YASUDA (2011): Anatomical variations in bovine thoracic ductus. J. Vet. Med. Sci.73, 1139–1143.

KÖNIG, H. E., H. – G. LIEBICH (2009): Anatomija domaćih sisavaca. Naklada Slap, Zagreb.

MILLER, M. E., G. C. CHRISTENSEN, H. E. EVANS (1964): Anatomy of the dog. W. B. Saunders Company. Philadelphia, London.

OLIVER, G. (2004): Lymphatics vasculature development. Nat. Rev. Immunol. 4,35-45.

RADLINSKY, M. G., D. E. MASON, D. S. BILLER, D. OLSEN (2002): Thoracoscopic visualization and ligation of the thoracic duct in dogs. Vet. Surg. 31, 138-146.

RIQUET, M., F. LE PIMPEC BARTHES, R. SOUILAMAS, G. HIDDEN (2002): Thoracic duct tributaries from intrathoracic organs. Ann. Thorac. Surg. 73, 892-899.

SADLER, T. W. (2008): Langamnova medicinska embriologija. Školska knjiga, Zagreb.

SISSON, S., J. D. GROSSMAN (1956): The anatomy of the domestic animals. W. B. Saunders Company. Philadelphia, London.

SKANDALAKIS J. E., L. J. SKANDALAKIS, P. N. SKANDALAKIS (2007): Anatomy of the lymphatics. Surg. Oncol. Clin. N. Am. 16, 1–16.

VOLLMERHAUS B. (1981): Lymphatic system. U: The anatomy of the domestic animals, Volume 3. (A. Schummer, H. Wilkens, B Vollmerhaus, K-H. Habermehl, ur.). Verlag Paul Parey. Berlin, Hamburg. str. 269-440.

## SAŽETAK

### Anatomske varijacije glavnog limfnog voda (ductus thoracicus) u psa

Kim Korpes

Glavni limfni vod najveća je limfna žila koja sakuplja limfu iz većine tijela i u području vrata ulijeva se u venski sustav. Anatomske varijacije ove limfne žile opisane su u ljudi i imaju veliku važnost prilikom kirurških zahvata u prsnoj šupljini, dok se o anatomskim varijacijama glavnog limfnog voda u životinja malo zna. Ovim istraživanjem provedena je analiza rezultata anatomske sekcije glavnog limfnog voda (ductus thoracicus) provedene od 2012. do 2015. godine na 46 pasa konzerviranih 4% vodenom otopinom formaldehida korištenih za potrebe nastave iz anatomije domaćih životinja. Glavni limfni vod (ductus thoracicus) odstupa od standardnog opisa u 92,5% pasa, te je utvrđeno ukupno 36 anatomskih varijacija. Anatomske varijacije glavnog limfnog voda izražene su u obliku dodatnih limfnih vodova lateralno i medijalno uz lijeve i desne međurebrene arterije i poprečnih anastomoza, a posljedica su zaostataka složene zametne osnove glavnog limfnog voda. Velika varijabilnost glavnog limfnog voda zahtjeva pažljivu obradu mekih struktura prilikom kirurških zahvata u dorzalnom dijelu prsne šupljine.

Ključne riječi: glavni limfni vod, anatomske varijacije, pas, limfne žile

## SUMMARY

### Anatomical variations of the thoracic duct (ductus thoracicus) in the dog

Kim Korpes

The thoracic duct is the chief lymphatic vessel in the body which collects lymph from most parts of the body and terminates in the left venous angle. Anatomical variations of the thoracic duct are well described in human and play an important role in thoracic surgery. On the other hand there is a lack of data on anatomical variations of the thoracic duct in animals. From 2012 to 2015, 46 dogs conserved with 4% formaldehyde solution were dissected during the anatomy course at the Faculty of Veterinary Medicine in Zagreb. The results of fine dissection of the thoracic duct were analysed. The thoracic duct deviated from the standard course in 92.5% of the dogs and 36 anatomical variations were observed in total. These variations were described as additional lymphatic ducts located lateral or medial to the left and right intercostal arteries with transverse anastomoses. Anatomical variations of the thoracic duct are remnants of a complex embryonic primordium. High variability of the thoracic duct requires careful manipulation during thoracic surgery, especially in the dorsal segment of the thoracic cavity.

Key words: thoracic duct, anatomical variations, dog, lymphatic vessels

## ŽIVOTOPIS

Kim Korpes rođena je 28. prosinca 1993. godine u Zagrebu. Pohađala je V. gimnaziju u razdoblju od 2008. do 2012. godine. Nakon uspješno završene gimnazije upisuje Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Od 2013. pa do danas je demonstratorica u Zavodu za anatomiju, histologiju i embriologiju na kolegijima „Anatomija s organogenezom domaćih životinja I.“ i „Anatomija s organogenezom domaćih životinja II.“. Trenutno je studentica četvrte godine.