

TARTU ÜLIKOOL
ÖKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT
ZOOLOOGIA OSAKOND
TERIOLOOGIA ÕPPETOOL

Emilia Lukenskaite

KARULASTE (*Ursidae*) ZONOOTILISED SISEPARASIIDID
NING TERVISERISKID INIMESELE

Bakalaureusetöö

Juhendaja: PhD Ants Tull

TARTU 2024

Infoleht

Karulaste (*Ursidae*) zoonootilised siseparasiidid ning terviseriskid inimesele

Käesolev bakalaureusetöö on ülevaade viie karulase (pruunkaru, baribal, jääkaru, kaeluskaru ja prillkaru) levinuimatest ja zoonootilistest parasiitidest. Töös tuvastati, et karudelt leitud 16st siseparasiidi perekonnast 13- on zoonootilised, mis viitab sellele, et karud on olulised zoonootiliste siseparasiitide levitajad. Kõige levinumaks karu parasiidiks on ümaruss *Baylisascaris transfuga*, mille zoonootiline potentsiaal on teadmata. Zoonootilistest parasiitidest on kõige enam tuvastatud *Trichinella* spp., *Cryptosporidium* spp. ja *Toxoplasma gondii*. Need parasiidid võivad põhjustada tõsiseid terviseprobleeme. Näiteks trihhinelloos ei ole täielikult ravitav, kuid tavaliselt möödub tervetel inimestel märkamatu või gripilaadsete sümptomitega, aga kõrge nakkuse intensiivsuse korral võib see olla surmav. Krüptosporidioos põhjustab tervetel inimestel kõhulahtisust, kuid immuunpuudulikkusega inimestel võib osutuda krooniliseks haiguseks ja põhjustada näiteks palavikku, toitainete imendumishäireid ja pankreatiiti. Toksoplasmoos on kõige ohtlikum rasedatele naistele, kuna see võib põhjustada loote surma või deformatsiooni. Vaatamata suurele parasiitide leidude arvule on paljud neist siiski vähe uuritud (nt *Sarcocystis arctosi*, *Ancylostoma malayanum*, *Taenia arctos* jt) või on zoonootilisuse osas ebatäpse staatusega, mis on tulevikus lahendatav rohkemate uuringute ja molekulaarsete meetodite kasutamisega parasiitide uurimisel.

Märksõnad: siseparasiidid, karulased, pruunkaru, baribal, jääkaru, kaeluskaru, prillkaru, zoonootilised parasiidid, uurimismeetodid.

Zoonotic endoparasites of bears (*Ursidae*) and health risks for humans

The aim of this study was to investigate zoonotic endoparasites of five bear species, namely the brown bear, American black bear, Asian black bear, polar bear, and spectacled bear. It was found that 13 out of 16 genera of endoparasites in the *Ursidae* family are zoonotic, suggesting that bears are important hosts for pathogens. The results confirm that the most common parasite of bears is *Baylisascaris transfuga*. However, the most found zoonotic parasites include *Trichinella* spp., *Cryptosporidium* spp., and *Toxoplasma gondii*. These parasites can cause serious health problems. For example, trichinellosis is not fully curable, but might remain subclinical or with flu-like symptoms in healthy

humans, although it can be fatal at higher infection intensities. An illness, called cryptosporidiosis causes diarrhea in a healthy organism, but in immunocompromised people it can be chronic and cause fever, malabsorption, and pancreatitis. Toxoplasmosis is the most hazardous zoonotic disease for pregnant women, as it can cause fetal death or deformations of the foetus. Despite the large number of parasite findings, many of them are still poorly studied (e.g. *Sarcocystis arctosi*, *Ancylostoma malayanum*, *Taenia arctos* etc.) or have an unknown zoonotic status, which could be addressed in the future through additional research, including the use of molecular methods for parasite studies.

Key words: endoparasites, bears, brown bear, American black bear, Asian black bear, polar bear, spectacled bear, zoonotic parasites, molecular methods, morphological methods.

Sisukord

1. Sissejuhatus	6
2. Karulastega levivad siseparasiidid	7
2.1. Pruunkaru (<i>Ursus arctos</i>) levinuimad siseparasiidid.....	7
2.1.1 Ainuraksed protistid.....	7
2.1.2 Ümarussid	9
2.1.3 Paelussid	13
2.2. Jääkaru (<i>Ursus maritimus</i>) levinuimad siseparasiidid.....	17
2.2.1 Ainuraksed protistid.....	17
2.2.2 Ümarussid	20
2.2.3 Paelussid	22
2.3. Prillkaru (<i>Tremarctos ornatus</i>) levinuimad siseparasiidid.....	25
2.3.1 Ainuraksed protistid.....	25
2.3.2 Ümarussid	26
2.4. Baribali (<i>Ursus americanus</i>) levinuimad siseparasiidid.....	31
2.4.1 Ainuraksed protistid.....	31
2.4.2 Ümarussid	32
2.4.3 Paelussid	33
2.5. Kaeluskaru (<i>Ursus thibetanus</i>) levinuimad siseparasiidid	36
2.5.1 Ainuraksed protistid.....	36
2.5.2 Ümarussid	37
2.5.3 Ümarussid	38
3. Karulaste siseparasiitide uurimismeetodid	40
3.1. Morfoloogilised meetodikad.....	40
3.2. Molekulaarsed meetodikad.....	42
4. Arutelu	44
Kokkuvõte	56
Summary.....	57
Tänuavaldused.....	58
Lisad	59
Kasutatud kirjandus	62
Internetiallikad.....	87

1. Sissejuhatus

Zoonooside ehk loomalt inimesele levivate haiguste probleem on haaranud kõiki maailmajagusi ning olnud veterinaar-, zoologia- ja meditsiinivaldkonna huviobjektiks. Parasiitide süstemaatika, morfoloogia, geneetika ja ökoloogia uuringud võimaldavad parandada parasiithaiguste ennetamise ja ravi meetodeid (Zeibig, 2012). Siiski on tänapäeva parasitoloogias endiselt suur andmete puudus, mis on peamiselt seotud parasiitide kõrge liigirikkusega. Näiteks helmindiliikide (lame- ja ümarussid) koguarv, võttes arvesse (juba) teadaolevaid liike, on hinnanguliselt 100 000–350 000, millest 95% on kirjeldamata liigid (Carlson et al., 2020). Imetajate parasiite on kõige paremini uuritud tõenäoliselt seetõttu, et zoonootilisi haigusi esineb neil sagedamini, mis inimestele huvi pakub. Just karud võivad olla zoonootiliste haiguste levitajateks (Carlson et al., 2020). Karude parasitofauna kohta on olemas märkimisväärne hulk informatsiooni, kuid nende andmete süntees põhineb peamiselt vananenud uuringutel või kaasaegsematel, kuid sünteesid on aga pühendatud peamiselt ühele kindlale karuliigile. Zoonootiliste haiguste võimaliku edasikandumise ennustamine karult inimesele võib olla keeruline sünteesitud teabe puudumise tõttu, mis hõlmaks kaasaegsemaid parasiithaiguste tuvastamise ja diagnoosimise meetodeid. Kõnealuse bakalaureusetöö eesmärgiks on anda kaasaegne ülevaade viie karuliikide parasitofaunast ja nendega seotud terviseriskidest ning vastata järgmistele küsimustele:

- 1) millised parasiidid on iseloomulikud karuliikidele ja kuidas nad erinevad?
- 2) milliseid ohtlikke zoonootilisi siseparasiitide liike karudel leidub ja kuidas need inimeste tervist mõjutavad?

Oluline on märkida, et käesolevas töös käsitletakse ainult viit karuliiki kaheksast. Kuna need viis liiki on kõige arvukamad ja võivad kõige rohkem mõjutada haiguste edasikandumist inimesele (Internet 1).

2. Karulastega levivad siseparasiidid

2.1. Pruunkaru (*Ursus arctos*) levinuimad siseparasiidid

2.1.1 Ainuraksed protistid

Perekond *Cryptosporidium* e peiteoslased kuulub hõimkonda *Apicomplexa*, mille esindajad on eranditult parasiitorganismid (Starkov, 2011). Kõnealune perekond on laialt levinud kogu maailmas (Ryan & Hijjawi, 2015). Seda perekonna liike on leitud ka pruunkarudelt, sealhulgas Slovakkia Vabariigis, kus nende parasiitide nakkustase pruunkarude seas oli üsna kõrge. Nimelt 63-st uuritud karust oli 35 (55,6%) isendit nakatunud *Cryptosporidium* parasiitidega (tabel 1; Ravaszova et al., 2012). Polana piirkonnast pärit karude nakkustase oli samuti kõrge- 15,4% (Orosová et al., 2016). Horvaatias olid nakatunud pruunkarudest 8,5% (94 uuritud proovist) (tabel 1; Aghazadeh et al., 2015). Tšehhi Vabariigis oli parasiit määratud liigitasemel, nimelt identifitseeriti parasiit *C. muris*, kelle nakatumismäär oli 2,3% (tabel 1; Kváč et al., 2021).

Kõigil *Cryptosporidium* perekonda esindajatel on sarnane elutsükkel (Dekhnitch, 2000). Elutsükkel algab siis, kui loom nakatub väljaheidete, vee või õhu kaudu, mil loom neelab alla ootsüsti, st kaetud tiheda kestaga sügooti, mis sisaldab sporosoide (Järvis, 2011c, 2011a; Likhanskaya, 2012). Peensoolde sattudes ootsüst laguneb ja vabastab ussitaoliseid sporosoide. Sporosoidid tungivad läbi peensoole limaskestast ja sisenevad seal peensoole limaskestast epiteelirakkude mikrohattude vahele, kus moodustavad kaitsekile ehk parasitofoorse vakuooli (Järvis, 2011d, 2011a; Likhanskaya, 2012). Parasitofoorse vakuoolis esinevad sugulise ja mitesugulise paljunemise staadiumid ning sugulise paljunemise tulemusena moodustub sügoot, mis kaetakse kaitsekestaga ja tekib ootsüst. Suurem osa nakkavatest ootsüstidest väljutatakse seejärel peremeesorganismist koos väljaheidetega. Vette sattudes suudavad ootsüstid seal ellu jääda kolm kuni 16 kuud. Samal ajal arenevad ülejäänud ootsüstid samas peremeesorganismis, see tähendab, et peremees nakatab iseennast, seda nähtust nimetatakse isenakatamiseks e autoinvasiooniks (Järvis, 2011d; Likhanskaya, 2012). Kuna perekonna *Cryptosporidium* parasiidid ei ole peremeespetsiifilised, võib nakatunud peremeesorganism teisi veelgi nakatada. Näiteks võib inimene nakatada koduloomi ja vastupidi (Järvis, 2004). Krüptosporidioos on ohtlik zoonootiline infektsioon. Haigust iseloomustab äge

gastroenteriit, millega kaasnevad kõhuvalud ja kõhulahtisus. Erilist ohtu kujutab haigus immuunpuudulikkusega inimestele (nt AIDS-i haigestunud inimesed), kellel võib haigus sageli kaasneda palaviku, imendumishäirete, sapiteede obstruktsiooni, skleroseeriva kolangiidi, papillaarse stenoosi ja pankreatiidiga ning lõppeda sageli surmaga (Gerace et al., 2019).

Teine ainurakne protist, keda pruunkarudel leidub, kuigi palju harvemini, on perekond *Sarcocystis* e lihaseoslane, kes on levinud kogu maailmas (Järvis, 2004; Orosová et al., 2016). Slovakkias Polanas leiti karudel perekonna *Sarcocystis* parasiite kahes (15,4%) proovis 17-st (tabel 1) (Orosova et al., 2016). Kanadas suri üks karupoeg, kelle puhul selgus, et poeg suri maksasarkotsüstoosi tõttu, mis oli põhjustatud *Sarcocystis* liikide poolt. Haiguse põhjustajaks arvati olevat *Sarcocystis canis* (Britton et al., 2019). Selle parasiidiga nakatusid ka kaks Kanadas elavat grislikaru (*Ursus arctos horribilis*) (Lee et al., 2021). Samas uuringus olid enamik nakatunud karud hoopis baribalid. Kõrge nakatumise tase põhjustas karudel müosiiti, mille tõttu oli karudel probleeme toidu haaramise ja neelamisega. See sunnis karusid otsima toiduallikaid inimeste läheduses. Selline käitumine suurendas inimese ja karu kohtumise tõenäosust, mistõttu paljud isendid eutaneeriti (Lee et al., 2021).

Lisaks avastati Alaskal kahel pruunkarul *Sarcocystis* sp. liik, keda hiljem tuvastati kui uus liik nimega *Sarcocystis arctosi*. Oluline on märkida, et enamik *Sarcocystis* sp. elutsüklist jääb andmete puudumise tõttu lünklikuks ja paljud on saanud nime vaheperemehe järgi (Dubey, Rosenthal, et al., 2007). Perekonna *Sarcocystis* parasiitide areng toimub kahes peremeesorganismis. Vaheperemehes toimub mittesuguline paljunemine ja lõpp-peremeesorganismis toimub parasiidi suguline paljunemine (Järvis, 2004, 2011a). Vaheperemeesteks on sageli taimtoidulised ja lõpp-peremeesteks kiskjad nagu koerad ja koiotid (*Canis latrans*) (Fayer, 2004). Läbi vaheperemehe, sh toore liha söömisel satub parasiit definitiivse ehk lõpp-peremehe peensoolde (Järvis, 2004). Soole epiteelirakkudes toimub nende suguline paljunemine, mille tulemusena moodustuvad sporotsüstid. Eriti märkimisväärne on see, et sporosoidide moodustumine ootsüstides toimub enne organismist väljumist, st ootsüstid muutuvad vaheperemehe jaoks nakkavaks kohe pärast väljaheitega väljumist. Vaheperemees neelab ootsüstid ja selle tulemusena tekivad lihastesse tsüstid (paksu kestaga kaetud parasiidi vorm, et ebasobivates tingimustes ellu jääda) (Järvis, 2004; Atkinson et al., 2009; Järvis, 2011a). Inimene võib olla nii lõpp- kui

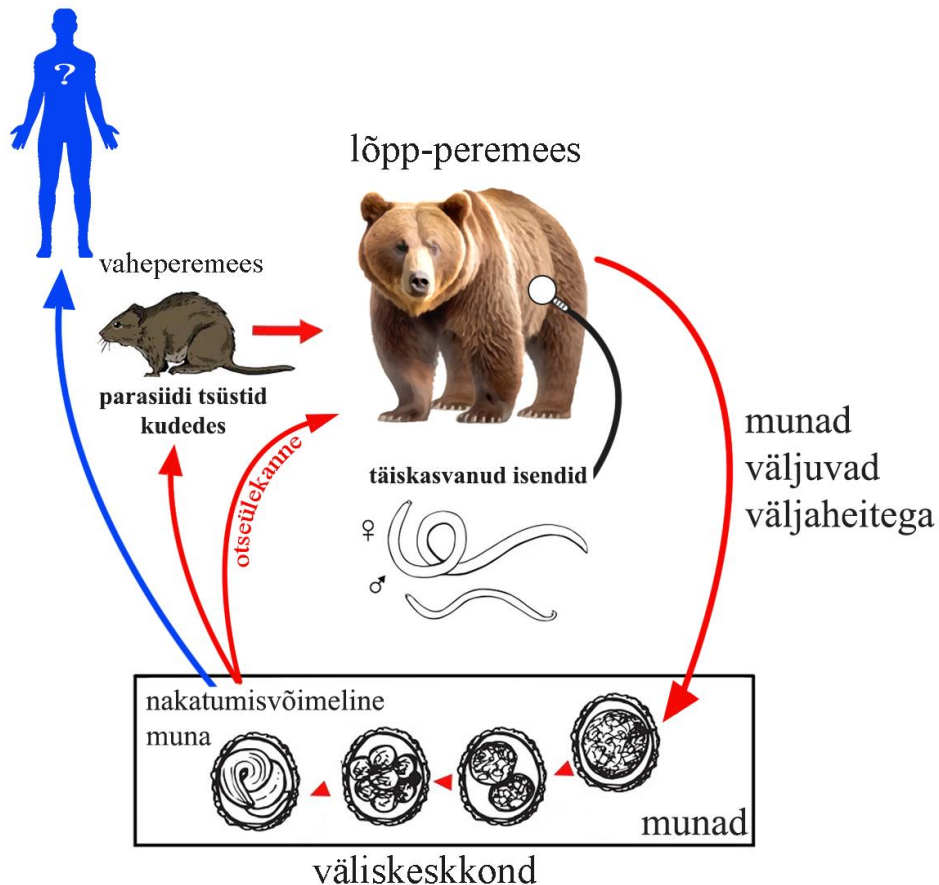
ka vaheperemees. Kui inimene on lõpp-peremees, ilmneb soolevorm, millega kaasneb iiveldus, oksendamine, äge ja raske enteriit või krooniline enteriit, kuigi paljud infektsioonid kulgevad kergelt või asümptomaatiliselt. Kui inimene on vaheperemees, võib esineda lihasevorm, millega kaasneb müosiit ja hilisematel staadiumitel lihasvalu ning varajastel etappidel asümptomaatiline kulg (Fayer et al., 2015).

2.1.2 Ümarussid

Nematoodide hulgas on *Baylisascaris transfuga* üks levinumaid karulaste parasiite. Perekond *Baylisascaris* kuulub *Ascarididae* sugukonda (Bowman, 2013). Parasiit on levinud kõikjal, kus elavad karud (Sheikh et al., 2018). Ida-Transilvaanias (Rumeenias) avastati, et 40,7% kogutud pruunkarude proovidest (101/248) olid nakatunud endoparasiitidega ning *B. transfuga* nakkuse tase pruunkarude hulgas oli kõrgeim, ulatudes 19%-ni, võrreldes teiste loomade nakatumise tasemega (tabel 1; Borcka-Vitális et al., 2017). Teiste pruunkarude helmintide uuringutes on samuti täheldatud kõrget *B. transfuga* nakatumise määra, näiteks Kanadas oli invasioon 53,8%, Venemaal Altai mäestiku kirdeosas 91,6% ja Kesk-Slovakkias 52,9% (tabel 1; Catalano et al., 2015; Panova et al., 2018; Štrkolcová et al., 2018).

Parasiidi *B. transfuga* elutsüklil pole täpselt teada, kuid oletatavat elutsüklit saab kirjeldada *Baylisascaris procyonis* näitel, mille lõpp-peremees on pesukaru (*Procyon lotor*) (Sheikh et al., 2018). Lõpp-peremees (karu *B. transfuga* puhul) nakatub parasiitidega, neelates alla mune ümbritsevast keskkonnast või toitudes lihast, mis sisaldab parasiitide tsüste (Bauer, 2013; Sapp et al., 2017). Kui lõpp-peremees neelab nakkusvõimelisi mune, satuvad need peensoolde, kus vastsed arenevad soole limaskestas. Seejärel naasevad vastsed soolevalendikku, kus nad muutuvad täiskasvanud isenditeks ja toodavad sugulise paljunemise teel mune. Suur hulk mune (115,000–179,000 *B. procyonis* puhul) erituvad keskkonda, kuid ei muutu koheselt nakatusvõimeliseks, vaid 2–4 nädala pärast (Bauer, 2013). Vaheperemees neelab keskkonnast mune, kes seejärel satuvad soolestikku, kus kooruvad ning satuvad läbi maksa verre ja sealt edasi kopsudesse ning seejärel kopsuveenide kaudu südamesse, mis võimaldab neil vereringe kaudu levida peremehe kudedesse. Väike osa vastsetest jõuab kesknärvisüsteemi, mis võib olla vaheperemehele letaalne. Vastsed entsüsteeruvad peremehe kudedes ja võivad seejärel nakatada lihasööjaid lõpp-peremehi. Liikide *Baylisascaris* esindajad võivad inimesel

põhjustada siseorganite, silmade ja närvisüsteemi patoloogiaid vastavalt vastsete migratsioonile. Siiski pole leitud tõendeid *B. transfuga* nakatumise kohta inimesel (Bauer, 2013).



Joonis 1. *Baylisascaris transfuga* elutsükel (joonis kohandatud <https://www.cdc.gov/dpdx/baylisascariasis/index.html> ja https://ru.pngtree.com/freepng/brown-bear-wild-animal-transparent-on-white-background_9044416.html järgi).

Järgmine levinud ümarusside liik pruunkarudel kuulub *Trichinella* perekonda. Käesolev perekond on kosmopoliitne ja on levinud kogu maailmas ning nakatab suuri kiskjaid, sealhulgas karusid (Pozio & Zarlenga, 2013). Näiteks Kanada Dehcho piirkonnas oli 73% pruunkarudest nakatunud *Trichinella* ussidega, samas kui Primorje krais Venemaal oli nakkatustase 56,5% (tabel 1; Larter et al., 2011; Seryodkin et al., 2020).

Keeritsuss - *Trichinella nativa* on levinud holarktikas (Pozio & Zarlenga, 2013; Pozio, 2016). Keeritsussi levik kattub pruunkaru levilaga, kes on laialt levinud nii Euraasias kui ka Põhja-Ameerikas (Putchkovsky, 2021). Hetkel on teada 10 *Trichinella* liiki, kellest kuus nakatab ainult imetajaid: *Trichinella spiralis*, *Trichinella nativa*, *Trichinella britovi*, *Trichinella murrelli*, *Trichinella nelsoni*, *Trichinella patagoniensis*, aga ka teisi *Trichinella* genotüüpe nagu *Trichinella* T6, T8 ja T9, kelle süstemaatiline kuuluvus pole veel lahendatud (Zarlenga et al., 2020). Kõige sagedamini nakatuvad pruunkarud *T. nativa* liigiga. Karulihaproovid Lääne- ja Põhja-Kanadast näitasid pruunkarudel kõrget nakatumist *T. nativa* helmindiga, sest 20 proovi (24,9%) 68-st olid nakatunud helmintidega (tabel 1; Gajadhar & Forbes, 2010). Kaug-Idas, Venemaal, varieerus nakatumise määr piirkonniti vahemikus 2,4% kuni 30,6%, kusjuures maksimaalne tase 30,6%, täheldati Kamtšatka piirkonnas (tabel 1; Seryodkin, 2015). Lisaks olid enamik teised uuritud loomaliigid ahm (*Gulo gulo*), polaarrebane (*Vulpes lagopus*), jääkaru (*Ursus maritimus*), kodukoer (*Canis lupus familiaris*), stelleri merilõvi (*Eumetopias jubatus*) Arktika territooriumil samuti nakatunud *T. nativa* parasiidiga (Goździk et al., 2017). Kõige sagedamini esineb *Trichinella* kodu- ja metssigadel (*Sus scrofa*) (Internet 2; Furhad & Bokhari, 2019; Kärssin et al., 2021). Kuid keeritsussi elutsükel võib kulgeda mistahes loomade organismides, keda on toidetud või on toitunud teistest loomadest, kelle lihased sisaldavad kapseldunud *Trichinella* vastseid ehk peremeesteks võivad olla kassid (*Felis catus*), koerad (*Canis lupus familiaris*), rotid (*Rattus* spp.), karud, rebased (*Vulpes vulpes*) ja muud kiskjad jt omnivooridest loomad (Internet 3; Bowman, 2013). Trihhinelloos on zoonootiline haigus, millesse inimesed võivad nakatuda väheküpsetatud või toorest liha süües (kõige sagedamini sealiha). Inimese trihhinelloosi iseloomustavad ägedad ja kroonilised staadiumid. Ägedat staadiumi iseloomustavad sellised sümptomid nagu peavalu, palavik ja seedetraktihäired (Thawornkuno et al., 2022). Sümptomid ilmnevad tavaliselt nädal pärast nakatumist. Palavik võib kesta 1–3 nädalat. Krooniline staadium algab 3–4 nädalat pärast nakatumist ja hõlmab entsefaliiti ja sekundaarseid infektsioone, nagu bronhopneumoonia või sepsis (Järvis, 2004; Thawornkuno et al., 2022). Eestis diagnoositi aastatel 2000–2022 suhteliselt vähe nakkusjuhtumeid. Nii registreeriti 2022 aastal üks nakkus mehel. Lisaks, kolm nakkust diagnoositi 2000 aastal ja kaks 2015 aastal. Teistel aastatel haigusjuhtumeid ei esinenud või oli nakatunud ainult üks inimene (Internet 4).

Untsinarioos või ankülostomoos on põhjustatud perekondade *Uncinaria* ja *Ancylostoma* parasiitide poolt, kes kuuluvad *Ancylostomatidae* sugukonda (Järvis, 2011d). See on teine levinuim haigus kiskjate seas pärast askaridoosi (Overgaauw & van Knapen, 2000). Täpsemalt oli Kesk-Itaalias 53% karudest nakatunud *Ancylostoma/Uncinaria* parasiitidega. Parasiite *Ancylostoma* sp. ja *Uncinaria* sp. määramine perekonna tasemel on sageli keeruline, kuna nende perekondade parasiitide munad on väga sarnased, seega täpne identifitseerimine on sageli võimatu (Järvis, 2011d; Paoletti et al., 2017). Pruunkarude seast on leitud kahte *Uncinaria* liiki. Kanadas leiti seitsmel karul 13-st (53,8%) *Uncinaria rauschi* nakkust ning üks karu (7,7%) oli nakatunud parasiidiga *Uncinaria yukonensis* (tabel 1; Catalano et al., 2015). Leiti, et *U. rauschi*, *U. yukonensis* ja *U. stenocephala* on fülogeneetiliselt lähedased ja seetõttu on neil sarnased peremehed zoonootilise *U. stenocephala* liigiga (Stefano et al., 2015). Perekonna *Ancylostoma* parasiite leiti Slovakkia karudest neljal (30,8%) 17-st karust (tabel 1; Orosová et al., 2016). Bosnia ja Hertsegoviinas uuritud 94-st karult kahel (2,9%) leiti nakkus (tabel 1; Omeragić et al., 2023). Jaapanis tuvastati *Ancylostoma* parasiite liigitasandil ning täpsemalt avastati, et pruunkarud olid nakatunud *Ancylostoma malayanum* liigiga (Asakawa et al., 2006). Mis puudutab zoonootilisust, *Ancylostoma* perekonna liikmena *A. malayanum* võib olla zoonootiline, kuid selle kohta täpsemad andmed puuduvad (Xie et al., 2017).

Perekonna *Ancylostoma* kõige levinumad liigid inimestel on *Ancylostoma caninum*, *Ancylostoma ceylanicum* ja *Ancylostoma braziliense* (Daba et al., 2021). Inimeste ankülostomoosi levimisel on aga esikohal liigid *Ancylostoma duodenale* ja *Necator americanus*, kuid need ei ole zoonootilised, vaid inimestele omased (Overgaauw & van Knapen, 2000; Colella et al., 2021). Nakkus näiteks *A. duodenale* parasiidiga võib põhjustada inimesel selliseid tüsistusi nagu: aneemia, intellektipuue, malabsorptsioon, kasvupeetus, äge seedetrakti verejooks, krooniline südamepuudulikkus (Ghodeif & Jain, 2019). Ankülostomoosi põhjustajad on levinud nii arenenud kui ka vähem arenenud piirkondades üle maailma, sealhulgas Vahemere piirkondades ja Aasia-Vaikse ookeani piirkonnas (Internet 5; Colella et al., 2021).

Selle perekonda leidub peaaegu kõigil imetajatel, sealhulgas koertel, kassidel ja inimestel (Daba et al., 2021). Liigi *A. caninum* lõpp-peremehed on koerad (Daba et al., 2021). Pärast peensoole külge kinnitumist täiskasvanud ussid paarituvad ja emased munevad

munad, kes vabanevad peremehe väljaheitega väliskeskkonda. Munad kooruvad 1–2 päeva jooksul ja vastsed hakkavad kestuma moodustades esimese järgu vastsed (L1), seejärel teise (L2) ja kolmanda nakkusstaadiumi (L3). Edasi võib parasiidi peremees nakatuda, kas vastsete allaneelamisel, mille järel vastne jõuab kaksteistsõrmiksoole ja areneb täiskasvanuks, või vastse läbitungimine läbi naha, kus migratsioon toimub peremehe kudede kaudu, jõudes peensoolde. Teises stsenaariumis on mõnedel vastsetel (L3) võime läbida seedetrakti limaskestast ja siseneda vereringesse, kus nad entsüsteeruvad somaatiliste vastsete kujul. Pärast seda võivad vastsed naasta soolestikku või vereringe kaudu ternespiima. Seega toimub laktogeenne ülekanne, st noorte isendite nakatumine. Soolestikus kinnitub parasiit sooleseina külge ja toitub verest, misjärel muutuvad täiskasvanud parasiitideks ja võivad uuesti paarituda (Nezami et al., 2023).

2.1.3 Paelussid

Üks levinuim paelusside perekond on pruunkarudel *Diphyllobothrium* (sünonüüm *Dibothriocephalus*) (Scholz et al., 2019). Perekonna *Diphyllobothrium* liigid on levinud Euraasia ja Põhja-Ameerika parasvöötme põhjapoolsetes piirkondades, tundras ja metsatundras, samuti Apenniini mägismaal ja Cheli mäestikes. Parasiiti *Diphyllobothrium nihonkaiense* leidub näiteks nii Alaska tundras kui ka Venemaa tundra idapoolsetes piirkondades (Scholz et al., 2019). Käesolevast perekonnast leiti kahel (7,7%) 30-st karust kaks *Diphyllobothrium* liiki: *D. dendriticum* ja *D. nihonkaiense*, mõlemad Kanadas (tabel 1; Catalano et al., 2015). Peamiselt aga karude helmintide uuringutes määrati parasiit perekonna tasemele. Liik – *D. nihonkaiense* on samuti zoonootiline (Cai et al., 2017). Vastavalt sellele leiti Venemaalt Sahhalinilt 112-st helmintidega nakatunud proovist 76 proovis (18,6%) *Diphyllobothrium* spp. (tabel 1; Esaulova et al., 2012). Venemaal Koola leiti nakkust 93 proovist kolmes (3,2%), kuid Alaskal leiti kahel emasel (160 proovist) *Diphyllobothrium* liiki (tabel 1; Bugmyrin et al., 2017; Haynes et al., 2023).

Teine levinuim paeluss kuulub *Taenia* perekonda. Pruunkarudelt on leitud kahte liiki: *Taenia arctos* ja *Taenia krabiei*. Esimene leiti Kanadast ühel karul 13-st (7,7%) ja Edela-Albertast ühel pruunkarul (tabel 1; Catalano et al., 2014, 2015). Teine liik – *T. krabiei* tuvastati Alaskal pruunkarul, kus oli nakatunud üks karu (0,6%) 160-st proovist (tabel 1;

Haynes et al., 2023). Soomes oli *Taenia* liigiga nakatunud kaks karu, arvatavasti *T. krabbei* liigiga (tabel 1; Lavikainen et al., 2011). Parasiit *T. arctos* on uus liik, mida võidi varem segi ajada liigiga *T. krabbei*. Nüüdseks on teada, et *T. arctos* ja *T. krabbei* on erinevad liigid, mida saab eristada nookude erinevuse järgi. Parasiidi täpne elutsükkel on teadmata, kuid on teada, et tema lõpp- peremees on pruunkaru ja vaheperemees põder (Haukisalmi et al., 2011). Andmed inimese nakkuse kohta *T. arctos* liigiga puuduvad (Okello & Thomas, 2017).

Tabel 1. Pruunkaru (*U. arctos*) levinuimad siseparasiidid.

Parasiit	Uuritud karud	Nakatunud karud	Nakkuse tase (%)	Allikad
Ainuraksed protistid				
<i>Cryptosporidium</i> spp.	63	35	55,6	Ravaszova et al., 2012
	17	2	15,4	Orosova et al., 2016
	94		8,5	Aghazadeh et al., 2015
<i>C. muris</i>			2,3	Kvác et al., 2021
<i>Sarcocystis</i> sp.	17	2	15,4	Orosova et al., 2016
<i>S. canis</i>	1	1	100	Britton et al., 2019
<i>S. arctosi</i>	2	2	100	Dubey, Rosenthal, et al., 2007
Ümarussid				
<i>Baylisascaris transfuga</i>	101		19	Borka-Vitális et al., 2017
	13	2	53,8	Catalano et al., 2015
	12	11	91,6	Panova et al., 2018
	15	7	52,9	Štrkolcová et al., 2018
<i>Trichinella</i> spp.	11	8	73	Larter et al., 2011
	23	13	56,5	Seryodkin et al., 2020
<i>T. nativa</i>	68	20	24,9	Gajadhar & Forbes, 2010
			30,6	Seryodkin, 2015

			2,4	Seryodkin, 2015
<i>Uncinaria rauschi</i>	13	7	53,8	Catalano et al., 2015
<i>U. yukonensis</i>	13	1	7,7	Catalano et al., 2015
<i>Ancylostoma/Uncinaria</i> sp.			53	Paoletti et al., 2017
<i>Ancylostoma</i> spp.	17	4	30,8	Orosova et al., 2016
	94	2	2,9	Omeragić et al., 2023
<i>A. malayanum</i>	2	2	100	Asakawa et al., 2006
Paelussid				
<i>Diphyllobothrium</i> sp.	112	76	18,6	Esaulova et al., 2012
	93	3	3,2	Bugmyrin et al., 2017
	160	2	1,2	Haynes et al., 2023
<i>D. dendriticum</i>	30	2	7	Catalano et al., 2015
<i>D. nihonkaiense</i>	30	2	7	Catalano et al., 2015
<i>Taenia arctos</i>	13	1	76	Catalano et al., 2015
	1	1	100	Catalano et al., 2014
<i>T. krabbei</i>	160	1	0,6	Haynes et al., 2023
	47	2		Lavikainen et al., 2011

2.2. Jääkaru (*Ursus maritimus*) levinuimad siseparasiidid

2.2.1 Ainuraksed protistid

Üks levinum ainuraakne parasiit jääkarul on *Neospora caninum*, kes on *Apicomplexa* parasiit, millel on keeruline elutsükkel, sealhulgas interaktsioonid vahepealsete ja lõpp-peremeestega (Bowman, 2013; Almería, 2013). Parasiidi peamiseks peremeheks on kodukoerad ja mõned ulukkoerlased, näiteks hallhunt (Almería, 2013). Parasiidi vaheperemeesteks on veised (*Bos* spp.), põhjapõder (*Rangifer tarandus*), valgesabapampahirv (*Odocoileus virginianus*) ja teised taimtoidulised imetajad. Samuti mereimetajad, näiteks randalhüljes (*Phoca vitulina*), viiherhüljes (*Phoca hispida*) jt (Gondim, 2006; Almería, 2013). Lõpp-peremeesorganismis läbib parasiit kolm arengustaadiumit, mille käigus toimub sooleepiteelirakkudes mittesuguline paljunemine ja seejärel suguline paljunemine, mille käigus moodustuvad ootsüstid (Mykitiuk, 2003). Pärast seda väljutatakse ootsüstid peremeesorganismist, selles tekivad nakkusvõimelised sporosoidid ja seega muutub ootsüst nakkavaks, seda protsessi nimetatakse sporulatsiooniks (Mykitiuk, 2003; Dubey, Schares, et al., 2007; Jarvis, 2011b). See toimub 2–3 päeva pärast parasiidi sattumist keskkonda. Seejärel neelab ootsüstid alla vaheperemees, kus toimub parasiidi mittesuguline paljunemine (Mykitiuk, 2003; Donahoe et al., 2015).

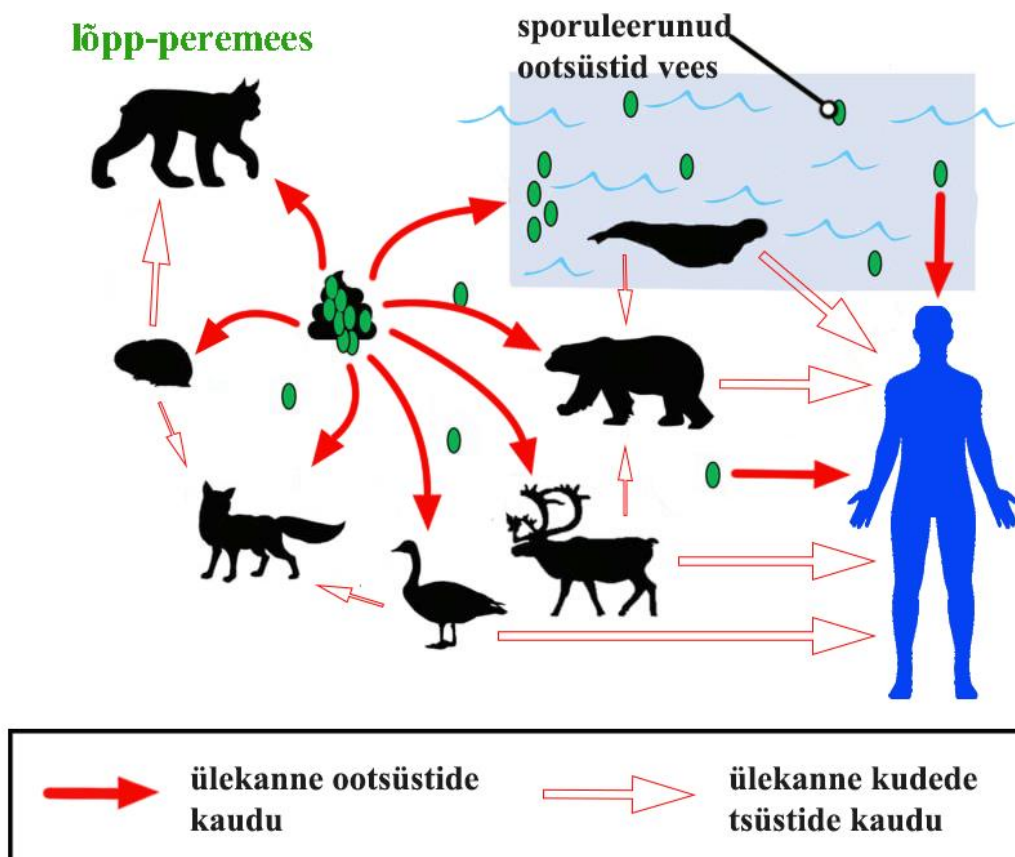
Kanadas Lääne-Hudsoni lahe piirkonnas analüüsiti erinevatel aastatel 425 kogutud täiskasvanud karu proovi. Kõigi aastate üldine *N. caninum* nakatumise määr oli 41 proovi (9,7%) 424 proovist (tabel 2; Pilfold et al., 2021). Lõuna-Beauforti mere piirkonnast kogutud proovidest oli viis (3,7%) proovi 138-st nakatunud (tabel 2; Atwood et al., 2017). Kõige tüüpilisemaks peremeheks on veised (Donahoe et al., 2015). Vaheperemehe organismis vabanevad sporotsüüdid, kes muunduvad sporosoidideks ja tungivad peremehe organitesse ja kudedesse. Seejärel arenevad tahhüsoidid ehk parasiidi aktiivse paljunemise faasi järgud (Mykitiuk, 2003; Jarvis, 2011c; Bowman, 2013). Neile järgneb parasiidi arengu aeglane faas – bradüsoidid (Bowman, 2013; Jarvis, 2011c). Kesknärvisüsteemis ja lihastes moodustavad bradüsoidid tsüsti, kes on kontaktis peremeesorganismi raku tsütoplasmaga (Mykitiuk, 2003; Jarvis, 2011c, 2011a). Lõpp-peremeesorganism nakatub, kas nakatunud vaheperemeeste kudesid süües või

sporuleerunud ootsüstide allaneelamisel veega või väljaheitel (Almería, 2013). Jääkarude hulgas Hudsoni lahe piirkonnas leitud *N. caninum* antikehade olemasolu võib seletada asjaoluga, et jääkarud võivad olla nakatunud selle parasiidiga, neelates alla ootsüste, mida hallhundid eritavad ümbritsevasse keskkonda. Lisaks märgitakse, et jääkarude seas, kellel leiti *N. caninum* antikehi, avastati ka antikehad *T. gondii* vastu. See võib viidata mõlema parasiidi ühisele nakatumisteele. Kuna *N. caninum* on tihedalt seotud *T. gondii* liigiga, on võimalik, et jääkarud saavad mõlemad parasiidid oma lõpp-peremeestelt (hall hundid) keskkonnast pärit ootsüstide allaneelamise kaudu (Pilfold et al., 2021). Inimeste neosporoosi juhtumite kohta andmed puuduvad (Khan et al., 2020).

Järgmine jääkarude seas laialt levinud parasiit on liik *Toxoplasma gondii*, kelle lõpp-peremehed on eranditult kaslased. Uuritud jääkarupopulatsioonides oli *T. gondii* nakkuse tase üsna kõrge. Näiteks Norras Svalbardil peaaegu pool karust (45,6%) 288-st olid nakatunud (tabel 2; Jensen et al., 2010). Kanada Hudsoni lahe piirkonnas olid 228 proovist 408 positiivsed (55,9%), kusjuures nakatumise maksimaalne tase (69,8%) oli aastatel 2015–2017 (tabel 2; Pilfold et al., 2021).

Kasside nakatumine toksoplasmoosiga toimub kahel viisil: nakatunud kudedes tsüstides leiduvate tahhüsoidide allaneelamine e kiskluse teel ja väljaheidetega eritunud ootsüstide allaneelamisel. Kaslane võib nakatuda näiteks süües närilise, kes on vaheperemeheks. Kui lõpp-peremees neelab kudedes olevaid tsüste, laguneb tsüstide kest maos ja juba peensooles bradüsoidid saavad vabaneda. Bradüsoidid tungivad peensoole epiteelirakkudesse, alustades mittesugulise paljunemise tsükli kuni sugurakkude moodustumiseni (gametogoonia, sugurakkude moodustumine). Pärast viljastamist moodustub ootsüst, kes eritub väljaheitelga mittesporuleerunud staadiumis. Ootsüst muutub nakkavaks 1–5 päeva jooksul pärast eritumist sporulatsiooni tagajärjel. See vorm on väga vastupidav keskkonnas ja võib olla nakkav kuude jooksul. Samal ajal tungivad teised bradüsoidid limaskestast ja paljunevad tahhüsoididena. Tahhüsoidid levivad lümfi ja vere kaudu soolevälistesse kudedesse ning paljunevad, kuni peremeesrakk on parasiitidest küllastunud ja rebeneb. Vabanenud tahhüsoidid sisenevad uutesse peremeesrakkudesse ja protsess algab uuesti. Lõpuks parasiidi paljunemine aeglustub ja ainurakne protist moodustab kudedes tsüstid bradüsoididega, mis kõige sagedamini tekivad ajus, maksas ja lihastes (Internet 6). Teistel vaheperemeestel, näiteks karudel või hiirtel, vabanevad pärast sporuleerunud ootsüstide allaneelamist soolestikus samuti

sporosoidid, mis tungivad läbi sooleseina ja neid ründavad makrofaagid. Makrofaagide kaudu levivad sporosoidid kogu organismis. Makrofaagides toimub mittesuguline paljunemine kuni rakk hävib ja parasiit nakatab erinevaid kudesid ja elundeid (Andreev, 2007). Toksoplasmoos on üks levinumaid zoonooside maailmas ja põhjustab tavaliselt normaalse immuunsusega inimestel haiguse asümptomaatilist kulgu. Siiski võivad esineda kerged sümptomid, nagu lümfisõlmede turse. Rasked ilmingud, nagu entsefaliit või sepsis, on haruldased. Haigus on ohtlik rasedatele esmase nakatumise korral, kui toimub parasiidi vertikaalne ülekandumine lootele, mis võib põhjustada kaasasündinud toksoplasmoosi koos abordiga, vastsündinu surma või lootele tüsistusi kõrvalekaldeid (Tenter et al., 2000).



Joonis 2. *Toxoplasma gondii* elutsükel (joonis kohandatud https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-87853-5_13 järgi).

2.2.2 Ümarussid

Jääkarudel on *Trichinella* perekond nematoodide seas kõige levinum. Nimelt leiti, et 100% üle 16-aastastest Svalbardi jääkarudest ja 87,9% Barentsi mere äärsetest karudest on nakatunud perekonna *Thichinella* parasiitidega (tabel 2; Åsbakk et al., 2010). Ka Alaska, Loode-Kanada ja Kirde-Venemaa külgnevates Tšuktši ja Beauforti mere rannikualadel oli 500-st karust 135 (53,7%) nakatunud *Thichinella* liikidega (tabel 2; Rah et al., 2005). Jääkarudel leiti kahte liiki *Thichinella* parasiiti: *T. nativa* ja *T. spiralis*. Neist esimene- *T. nativa* moodustab kõige rohkem juhtumeid. Nimelt oli Nunaviki piirkonnas Nunavutis ja Quebecis 85-st uuritud karust 56 (65,9%) nakatunud (tabel 2; Gajadhar & Forbes, 2010). Nakatumine leiti ka kolmel vabalt elaval karul viiest, ühel Berliini loomaia karul, kes oli pärit Kamtšatkast, ja ühelt karult Jakuutiast, kus *T. nativa* oli uuritavatel loomadel domineeriv (Pozio et al., 2000; Goździk et al., 2017; Skírnisson & Jouet, 2023).

Liiki *T. spiralis* leiti Franz Josephi maal ja Novaja Zemljal vabalt elavatel karudel, kus 26-st jääkarust 12 (60%) olid nakatunud (tabel 2; Naidenko et al., 2013). Varasemates uuringutes oli jääkarude nakkuse määr Holarktika uuritud piirkondade andmete põhjal 42,6% (tabel 2; Rogers & Rogers, 1976). Kõrge nakkuvuse ja ülemaailmse leviku tõttu sealihas võib *Trichinella* liiki leida erinevates maailma piirkondades, alates troopikast kuni Arktikani (Furhad & Bokhari, 2019). Parasiit *T. nativa* on võrreldes teiste perekonna esindajatega kõige külmakindlam, levib kõrgematel laiuskraadidel, kus parasiitide munad suudavad madalatel temperatuuridel pikka aega ellu jääda (Bowman, 2013; Todd, 2014). Sagedamini esinevad peremeestena polaarrebased (*Vulpes lagopus*), ahmad (*Gulo gulo*), jääkaru ning külmakindlad mereimetajad näiteks hallhüljes (*Halichoerus grypus*), kes elavad peamiselt Arktika ja subarktilistes piirkondades (Gajadhar & Forbes, 2010; Isomursu & Kunasranta, 2011; Owsiaci et al., 2020).

Keeritsussi – *T. spiralis* elutsükli esimeseks etapiks on nakkuslikud vastsed, kes paiknevad nakatunud peremehe skeletilihastes ja satuvad vaheperemehe organismisse nakatunud liha allaneelamise kaudu. Teiseks etapiks on vastsete süünd peremehes ning kolmandaks etapiks on täiskasvanud ussid, nii isased kui ka emased (Järvis, 2011d; Ruenchit et al., 2022). Nakatumine toimub ebapiisavalt termiliselt töödeldud liha tarbimisel, mis sisaldab *Trichinella* vastseid. Peensooles hävivad seedeensüümide toimel

vastsete lubikapslid, vabastades vastseid peensoole valendiku, kust nad tungivad epiteelikihti (Furhad & Bokhari, 2019). Umbes 30–40 tunni möödudes muutuvad nad suguküpsiks. Pärast sugulist paljunemist sünnitavad emased vastseid, misjärel täiskasvanud emased ussid surevad ja erituvad peremehe kehast (Järvis, 2011d; Furhad & Bokhari, 2019). Vastsed levivad vere ja lümfi kaudu kogu kehas, kuid lubikapslid tekivad ainult skeletilihastesse. Kõige intensiivsemalt mõjutavad need hea verevarustusega lihaseid näiteks mälumislihaseid (Järvis, 2011d). Vastsed tungivad lihaskiududesse ja muutuvad 15 päeva pärast nakkavateks (Internet 2; Internet 3). Kapslis olevad vastsed võivad püsida elujõulistena mitu aastat (kuni 25 aastat). Nende arengu lõpuleviimiseks peavad vastsed jõudma teise peremehe soolestikku (Internet 3).

Jääkarudel on ka leitud siseparasiite, kes kuuluvad *Uncinaria* perekonda. Venemaa Arktikas leiti kolmel (33%) karul 27 proovist selle parasiidi munad. Üks *Uncinaria* munadest identifitseeriti kui *Uncinaria stenocephala* (tabel 2; Kurnosova et al., 2017). Seda liiki leidub peamiselt parasvöötme põhjaosas (Internet 7; Järvis, 2011d).

Liigi – *U. stenocephala* elutsükkel on ainult üks peremees. Nimelt antud liik parasiteerib rebaste, koerte, kährikute (*Nyctereutes procyonoides*) ja huntide soolestikus (Järvis, 2011d). Nakatunud looma väljaheitega satuvad keskkonda munad, millest hiljem kooruvad vastsed. Pärast mitmeid koorumisi saavutavad vastsed 5–10 päeval nakkusvõime. Vastsed on väga liikuvad ja suudavad keskkonnas ellu jääda 3–4 nädalat. Vastsed satuvad looma kehasse nahal olevate haavade või suu kaudu (Järvis, 2011d). Suu kaudu tunginud vastsed jõuavad peensoolde, migreeruvad limaskestale, et vältida peremehe keha kaitsemehhanisme, ja naasevad seejärel peensoole valendikku, kus muutuvad täiskasvanud isenditeks ja seejärel produtseerivad mune. Nahainfektsiooni korral toimub sarnane protsess, kuid selleks, et jõuda peensooleni, kasutavad vastsed veresoone, liikudes esmalt kopsudesse suu kaudu ja seejärel peensooleni (Internet 7; Järvis, 2011d). Selline ränne kahjustab veresoone (Nizhelskaya, 2020). Ajavahemik nakatumise hetkest kuni munade moodustumiseni nakatunud loomas on 14–17 päeva (Järvis, 2011d). Kõnealune parasiit on zoonootiline ja võib inimestel põhjustada vastsete naha migratsiooni, millega kaasneb lööve (Jelinek et al., 1994).

2.2.3 Paelussid

Kaasaegsetes uuringutes on jääkaru tsestoodide kohta suhteliselt vähe andmeid, kuid mõned uuringud mainivad *Diphyllobothrium* sp. esinemist. On leitud, et *Diphyllobothrium* sp. oli avastatud kolmel (33%) 27-st uuritud karust Venemaa Arktikas (tabel 2; Kurnosova et al., 2017). Varasemates uuringutes leiti, et ühel Minnesotas tehistingimustes hoitud jääkarul esines nakkus hariliku laiussiga e *Diphyllobothrium latum* liigiga (Rogers & Rogers, 1976). Samuti avastati Euroopas tehistingimustes peetavatest karudest *Taenia* perekonna esindajate hulgas *Taenia ursi maritimi* ja *Taenia ursina* (Rogers & Rogers, 1976). Lisaks teatas Dublini loomaaed jääkarude nakatumisest perekonda *Bothriocephalus* sp. kuuluva parasiidiga, kuid tänapäevaste uuringute kohaselt ei ole seda parasiiti karudel leitud (Rogers & Rogers, 1976; Kurnosova et al., 2017).

Tabel 2. Jääkaru (*U. maritimus*) levinuimad siseparasiidid.

Parasiit	Uuritud karud	Nakatunud karud	Nakkuse tase (%)	Autor
Ainuraksed protistid				
<i>Neospora caninum</i>	424	41	9,7	Pilfold et al., 2021
	138	5	3,7	Atwood et al., 2017
<i>Toxoplasma gondi</i>	288		45,6	Jensen et al., 2010
	408	228	55,9	Pilfold et al., 2021
Ümarussid				
<i>Thichinella</i> spp.	667		87,9	Åsbakk et al., 2010
	667		100	Åsbakk et al., 2010
	500	135	53,7	Rah et al., 2005
<i>T. nativa</i>	85	56	65,9	Gajadhar & Forbes, 2010
	5	3		Skírnisson & Jouet, 2023
	1*	1*	100	Pozio et al., 2000
	1	1	100	Goździk et al., 2017
<i>T. spiraalis</i>	26	12	60	Naidenko et al., 2013
			42,6	Rogers & Rogers, 1976
<i>Uncinaria</i> sp.	27	3	33	Kurnosova et al., 2017
Paelussid				

<i>Diphyllobothrium</i> sp.	27	3	33	Kurnosova et al., 2017
<i>D. latum</i>				Rogers & Rogers, 1976
<i>Taenia ursi maritimi</i>				Rogers & Rogers, 1976

* tehistingimustes peetav karu

2.3. Prillkaru (*Tremarctos ornatus*) levinuimad siseparasiidid

2.3.1 Ainuraksed protistid

Üks levinumaid prillikarude ainurakseid protiste on perekond *Cryptosporidium*. Colombias Chingaza massiivis leiti, et 100% uuritud prillkarudest (21 roojaproovi) olid *Cryptosporidium* parasiitidega nakatunud (tabel 3; Quintero et al., 2023). Samuti leiti Peruus prillkaru nakatumine *Cryptosporidium* sp. neljas proovis (14,3%) 28-st (tabel 3; Figueroa, 2015). Kolumbia mägismaapiirkondades koguti 58 prillkaru (populatsiooni suuruseks on hinnanguliselt 40 kuni 60 isendit antud piirkonnas) väljaheite proovi, millest 10% olid nakatunud *Cryptosporidium* spp. Sarnast ainurakset protisti leidsid sama uuringu autorid veel koduveiselt (*Bos taurus*) ja hobuselt (*Equus caballus*) (tabel 3; Zárate Rodríguez et al., 2022).

Prillikaru ja koduloomade parasitofauna uuringus olid hobune, koduveis ja prillkaru kõige enam nakatunud *Eimeria* perekonna esindajatega, võrreldes teiste helmintide nakatustasemega. Karudel oli *Eimeria* spp. nakkuse määr 30% (58 proovist), hobustel ja koduveistel vastavalt 33% ja 53% (tabel 3; Zárate Rodríguez et al., 2022). Kuid parasiit ei ole zoonootiline ja seega pole inimesele ohtlik (Bowman, 2013). Käesoleval parasiidil on palju peremehti ja kõige sagedamini põevad seda haigust linnud, küülikud ja veised, kuna neid peetakse massiliselt loomakasvatustoodete saamiseks (Bowman, 2013; Burrell et al., 2020). Haigus on levinud kõigis maailma piirkondades, eriti riikides, kus linnu- ja loomakasvatus on populaarne, peamiselt Aafrika ja Aasia arengumaades (Bowman, 2013; Prakashbabu et al., 2017). Parasiidid *Eimeria* perekonnast on homokseensed st, et nende elutsükkel toimub ainult ühes peremeesorganismis. Elutsükkel algab mittesporuleerunud ootsüstide eritumisega koos nakatunud loomade väljaheidetega, kes võivad keskkonnas pikka aega püsida. Sobiva temperatuuri ja niiskuse korral toimub sporulatsioon. Ootsüsti sees moodustuvad igaühes 4 sporotsüsti, milles on 2 sporosoiiti. Kui need sporuleeritud ootsüstid satuvad peremehe organismi, vabanevad sporotsüstid. Soolestikus seedeensüümide toimel vabanevad sporosoiidid, kes migreeruvad peremehe organismi rakkudesse. Seejärel toimub merogoonia e mittesuguline paljunemine mitmes etapis, mille tulemusena moodustub meront, mille sees moodustuvad merosoiidid. Pärast nende jagunemist algab sugulise paljunemise staadium, kus merosoiidid diferentseeruvad

gameetideks. Seejärel toimub viljastumine, mille käigus moodustub ootsüst, kes koos väljaheidetega satub keskkonda ja elutsükkel algab uuesti (Burrell et al., 2020).

2.3.2 Ümarussid

Prillikarudel on leitud enim nakatumist perekonnaga *Ascaris*. Suurim nakatumise määr registreeriti karudel Colombias Chingaza mäestikis, kus nakatumismäär oli 62% (uuriti 21 proovi) (tabel 3; Quintero et al., 2023). Colombia maapiirkondade prillikarude nakatumise määr oli veidi madalam - 21,7% (58 väljaheite proovist) (tabel 3; Zárate Rodriguez et al., 2022).

Maailmas kõige levinumateks *Ascaris* perekonna parasiitideks on *Ascaris lumbricoides* ja seasolge e *Ascaris suum*. Esimene nakatab inimesi ja on levinud kõikjal kehva hügieenitingimustega riikides, kuid arenenud riikides esineb seda harva (Dold & Holland, 2011). Solkme perekonda esineb peamiselt troopilistes ja subtroopilistes piirkondades, kus inimese väljaheiteid on kasutatud väetisena, näiteks Aafrika riikides Sahara lõunaosas, Ladina-Ameerikas, Hiinas ja Ida-Aasias (Internet 8). Seasolge on parasiit, kes esineb tavaliselt kodusigadel ülemaailmselt. Mõlemad liigid on lähisugulased ja *A. suum* peetakse zoonootiliseks, kuigi inimesi nakatab äärmiselt harva (Bowman, 2013; Dutto & Petrosillo, 2013). Askariaas võib põhjustada tõsiseid terviseprobleeme inimesele, näiteks ägeda põletikulise reaktsiooni kopsudes, millega kaasnevad hingamisraskused ja palavik, kõhuvalu ja -paistetud, samuti iiveldus ja kõhulahtisus. Lisaks võivad täiskasvanud ussid põhjustada soole obstruktsiooni mehaanilise takistuse tõttu (Dold & Holland, 2011).

Solkme nakkus saadakse, kui peremeesorganism neelab väljaheitega saastunud pinnases esinevaid parasiidimune. Läbi kaksteistsõrmiksoole limaskestast tungivad vabanenud vastsed vereringesüsteemi (de Lima Corvino & Horrall, 2017). Veresoonte kaudu jõutakse maksa ja seejärel nädala jooksul kopsudesse, kus tungitakse läbi alveolaarmembraani ning lokaliseerutakse kopsu alveoolides. Vastsed satuvad köhimise tulemusena suuõõnde ja peremees neelab need alla. Edasine areng toimub peensoole valendikus ligikaudu 20 päeva jooksul. Täiskasvanud isendid paarituvad ja emased toodavad kuni 200 000 muna. Seejärel defekatsiooni tagajärjel satuvad munad väliskeskkonda ning sobivates niiskus- ja temperatuuritingimustes toimub arenemine nakkusvormini. See protsess võib võtta aega kaks kuni kaheksa nädalat. Nakkusvormid

püsivad väliskeskkonnas kuni 17 kuud ja neid võivad alla neelata teised peremehed, kelles tsükkel võib uuesti korduda (Internet 8).

Samuti leiti prillikarul kõrge nakatumise tase perekonna *Baylisascaris* parasiitidega. Chingaza Massifis, Colombias oli 38% (8 proovi 21-st) nakatunud ning ka Colombia maapiirkondade kõrgmäestikis oli 13,3% (58-st proovist) nakatunud *Baylisascaris* spp. parasiitidega (tabel 3; Zárate Rodriguez et al., 2022; Quintero et al., 2023). Samuti Ecuadoris avastati prillikarul esmakordselt liik *B. transfuga* (Guerrero & Castellanos, 2016). Venezuelas leiti prillikaru teine perekonna *Baylisascaris* esindaja. Kuigi leitud parasiidid olid sarnased *B. transfuga* liigiga, ei olnud need sellega samad. Autorid indentifitseerisid leitud liigi uueks ja andsid sellele nimeks *Baylisascaris venezuelensis* (Mata et al., 2016). Peruust pärit prillikarudest olid 7 väljaheite proovi 28-st (25%) nakatunud perekonda *Strongyloides* sp. (sugukond *Strongyloididae* (tabel 3; Bowman, 2013; Figueroa, 2015). Kõnealused parasiidid on laialt levinud üle maailma ning on zoonootilised. Levinud on need parasiidid arengumaades, kus ei järgita sanitaarnõudeid ning on kuum ja niiske kliima. Siiski esineb parasiiti ka parasvöötme lõunapoolsetes piirkondades aga ka Jaapanis, nimelt on leitud antud parasiiti koertel, primaatidel, sigadel, lammastel ja veistel (Olsen et al., 2009; White et al., 2019).

Kõige levinum inimestel parasiteeriv *Strongyloides* liik on *Strongyloides stercoralis*. See parasiit on võimeline paljunema nii väliskeskkonnas kui ka peremeesorganismis (Olsen et al., 2009). Patogeeni arengutsükkel algab järgmiselt: nakatavad vastsed sisenevad peremeesorganismi läbi naha haavade või suu kaudu (Järvis, 2004; Olsen et al., 2009). Läbi vereringe jõuavad vastsed kopsudesse ja seejärel tungivad hingamisteedesse. Pärast seda köhitakse vastsed bronhidest suhu ja neelatakse alla. Seejärel jõuavad nad peensoolde, kus arenevad emasteks (Järvis, 2004; Olsen et al., 2009). Kaksteistsõrmiksooles asuvad emased sigivad partenogeneesi teel, st ilma isase osaluseta, kuna ainult emased on parasiitsed vormid peremehe organismis (Olsen et al., 2009). Munad kooruvad soole valendikus, kooruvad vastsed, kes lahkuvad peremehest koos väljaheidetega ja neist võivad areneda, kas kolmanda staadiumi nakkusvastset või isased ja emased, kes elavad ümbritsevas mullas. Teise stsenaariumi kohaselt võivad mõned soolestiku vastsetest areneda kolmanda staadiumini ja muutuda nakkuslikuks. Pärast seda nakatatakse peremeest uuesti kaksteistsõrmiksoole limaskestas (Olsen et al., 2009). Seega

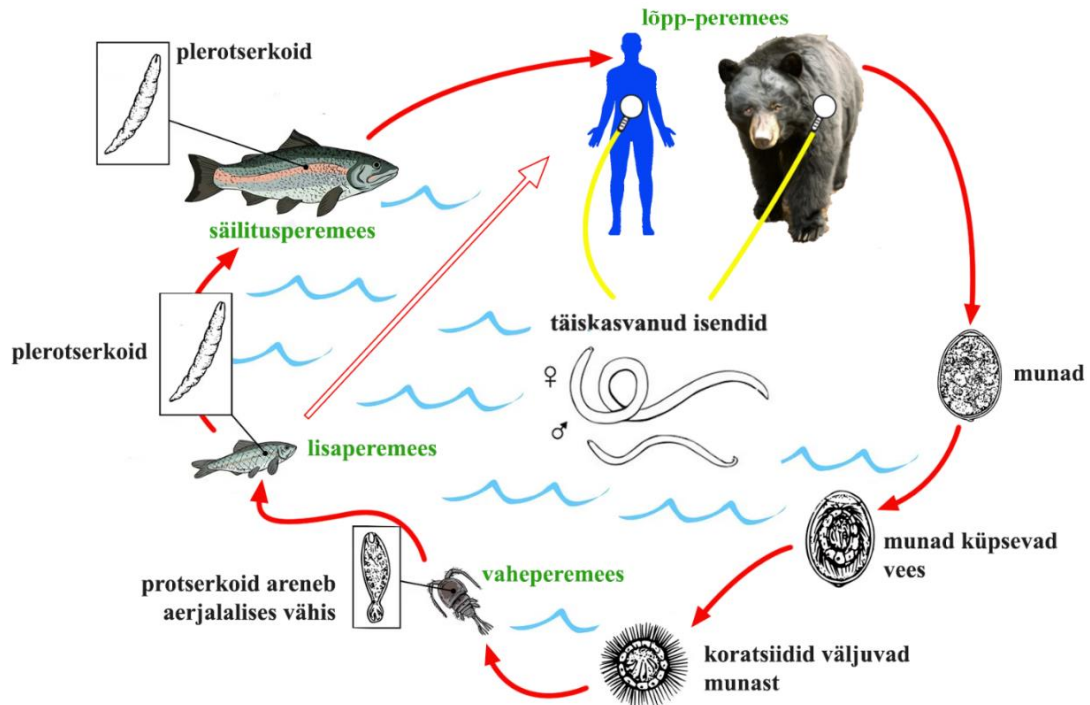
võib toimuda mitmekordne isenakatumine (Järvis, 2004). Inimestel võib strongüloidoosi kulgemine olla erinev. Tervetel inimestel võib see olla asümptomaatiline. Eluhtlikud seisundid võivad tekkida immuunpuudulikkusega inimestel. *S. stercoralis* levik organismis võib põhjustada kopsupõletikku, meningiiti, septitseemiat, soolesulgust. Samuti võivad esineda sümptomid nagu sügelus, nahalööbed, kõhulahtisus jne (Olsen et al., 2009).

1.3.3 Paelussid

Prillkarudelt on leitud ainult üks tsestoodide takson – perekond *Diphyllobothrium*. Seda leiti emastel karudel Colombia kõrgmäestikes, kus prillkarude nakatumismäär oli 1,7% (58 proovist) (tabel 3; Zárate Rodriguez et al., 2022). Tänapäeval on näiteks *D. latum* endeemiline subarktiliste ja parasvöötme Euroopa järvede piirkondades. Difüllobotrioos on tuvastatud kõigil mandritel, välja arvatud Aafrika ja Austraalia. Suurim arv juhtumeid on registreeritud Jaapanis. Infektsioonid esinevad sagedamini riikides, kus on traditsiooniline toidukultuur, mis hõlmab toore kala tarbimist, näiteks suši Jaapanis, suitsutatud kala Põhja-Ameerikas ja sevice Lõuna-Ameerikas (Internet 9).

Laiuslaste elutsüklid on alati seotud veega ning hõlmavad kolme peamist peremeest: kirpvähid, kalad ja linnud-imetajad (Järvis, 2004; Kuchta et al., 2013). Arenguprotsess hõlmab kolme staadiumi: protserkoid, plerotserkoid ja täiskasvanud isend. Esimesed vaheperemehed on planktonilised kopepoodid, kelle sees areneb protserkoid. Järgmine vastsete staadium, plerotserkoid, moodustub lihastes pärast seda, kui teine vaheperemees – kala, on selle kopepoodi allaneelanud. Vaheperemeheks võivad olla magevee- ja rändkalad, sealhulgas lõhelised. Täiskasvanuid *D. dendriticum* isendeid leidub ka erinevatel lindudel, eriti hõbekajakatel (*Larus argentatus*), ja imetajatel nagu polaarrebane (*Alopex lagopus*). Lõplik peremees eritab väljaheitel keskkonda mune ning elutsükkel algab uuesti (Kuchta et al., 2013). Difüllobotrioos on zoonootiline infektsioon, mis levib kaladega. Täiskasvanud paelusside põhjustatud difüllobotrioos on sageli asümptomaatiline, kuid sümptomite ilmnemisel võivad need hõlmata kõhulahtisust, kõhuvalu, väsimust, kõhukinnisust, pernitsiooset aneemiat, peavalu ja allergilisi reaktsioone. Rasketel juhtudel võivad tekkida soolesulgus, koletsüstiit, kolangiit või närvisüsteemi kahjustus. Pikaajaline infektsioon võib põhjustada

megaloblastilist aneemiat parasiitide tõttu, kes nugivad peremehe B12-vitamiini (Scholz et al., 2009).



Joonis 3. *Diphyllobothrium dendriticum* elutsükel (joonis kohandatud <https://www.cdc.gov/dpdx/diphyllobothriasis/index.html> ja <https://depositphotos.com/ru/photos/%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D1%8C.html> järgi).

Tabel 3. Prillkaru (*Tremarctos ornatus*) levinuimad siseparasiidid.

Parasiit	Uuritud karud	Nakatunud karud	Nakkuse tase (%)	Autor
Ainuraksed protistid				
<i>Cryptosporidium</i> spp.	21	21	100	Quintero et al., 2023
	58		10	Zárate Rodriguez et al., 2022
<i>Cryptosporidium</i> sp.	28	4	14,3	Figuroa, 2015
<i>Eimeria</i> spp.	58		30	Zárate Rodriguez et al., 2022
Ümarussid				
<i>Ascaris</i> spp.	21	13	62	Quintero et al., 2023
	58		21,7	Zárate Rodriguez et al., 2022
<i>Baylisascaris</i> spp.	21	8	38	Quintero et al., 2023
	58		13.3	Zárate Rodriguez et al., 2022
<i>B. transfuga</i>	1	1	100	Guerrero & Castellanos, 2016
<i>B. venezuelensis</i>	1	1	100	Mata et al., 2016
<i>Strongyloides</i> sp.	28	7	25	Figuroa, 2015
Paelussid				
<i>Diphyllobothrium</i> sp.	58		1,7	Zárate Rodriguez et al., 2022

2.4. Baribali (*Ursus americanus*) levinuimad siseparasiidid

2.4.1 Ainuraksed protistid

Üks baribali kõige sagedamini leitud ainurakseid protiste on *Toxoplasma gondii*. Käesolev liik leiti Pennsylvanias 77,9% karudest (236/303) (tabel 4; Dubey et al., 2016). Ida-Oklahomas analüüsiti kokku 44 proovi, millest 71% (17) emastest ja 75% (15) isastest olid nakatunud (tabel 4; Scimeca et al., 2020). New Jersey baribalidel avastati *Babesia* perekonna parasiitide kõrge tase, kus isaste vereproovidest olid positiivsed 46,1% ja emastest 38% proove (201-st proovist) ning üldine nakatustase oli 41,8%. Lisaks olid 15 proovi sarnased *Babesia microti* liigiga (tabel 4; Shaw et al., 2015). Oklahoma karudest olid 3 karus 49-st (6%) isenditest nakatunud *Babesia* liikidega (tabel 4; Skinner et al., 2017).

Perekonna *Babesia* liigid esinevad peaaegu kõigil mandritel, välja arvatud Antarktika, kuid kõige sagedamini võib parasiiti leida troopilises ja subtroopilises parasvöötmes. Babesioosi levik on tavaliselt seotud *Ixodidae* puukidega, kes on lõpp-peremeheks (Yue et al., 2020). Vaheperemeeste hulka kuuluvad metsloomad (näiteks hirved (*Cervus* spp.), põhjapõdrad (*Rangifer tarandus*), metskitsed (*Capreolus capreolus*) ja koduloomad. Närilised on sageli parasiidi reservuaariks, samal ajal inimene on patogeenseks peremeheks (Internet 10; Jarvis, 2011a; Vannier & Krause, 2020; Yue et al., 2020). Enamiku inimese babesioosi juhtudest põhjustavad *Babesia microti*, *Babesia divergens*, *Babesia venatorum* ja *Babesia Duncanii* (Internet 10). Perekonna *Babesia* sp. parasiitide arengutsükkel *B. microti* näitel on järgmine: loom nakatub parasiidiga puugi hammustuse kaudu. Puugi süljenäärmetest pärinevad sporosoiidid tungivad peremehe verre ja arenevad trofosoiidideks. Trofosoiidid jagunevad, moodustades merosoiide, kes väljuvad rakkudest ja nakatavad uuesti teisi erütrotsüüte. Erütrotsüütides moodustuvad gametotsüüdid (sugulise paljunemise e gamogoonia staadiumi rakud), kes seejärel nakatavad järgmist puuki, kes hammustab antud nakatunud peremeest. Sattudes puugi soolevalendikku, moodustub sügoot või ookineet, kes tungib puugi sooleepiteeli. Seejärel jaguneb sügoot meioosi teel ning parasiidid levivad puugi hemolümfi kaudu kogu kehasse, süljenäärmetesse ja ka puugi munasarjadesse, nakatades mune, mida nimetatakse transovariaalseks ülekandeks. Transovariaalseks ülekanne on ebatüüpiline taksoni *Apicomplexa* esindajatele ja võimaldab nakatada puukide järglasi (Jalovecka et

al., 2019). Samuti on üks *B. microti* kohastumisest transstaadiline ülekanne. See tähendab, et sporoblastidel on võime jääda puugi kestumise ajal süljenäärmetesse, et aktiveeruda puugi arengu järgmises etapis. See on seotud asjaoluga, et iga eluetapi jooksul hammustab puuk looma vaid üks kord (Jalovecka et al., 2019). Edasi liigub nümf toituma looma või inimese peale ning 36–72 tunni jooksul moodustuvad sporotsüüdid, kes koos puugi süljega nakatavad peremeest (Vannier & Krause, 2020). Parasiit tungib inimese erütrotsüütidesse ja hävitab neid, mis võib avalduda kliiniliste tunnustega nagu palavik, hemolüüs, aneemia ja kollatõbi (Yue et al., 2020). Rasked babesioosi juhtumid esinevad tavaliselt aspleeniaga inimestel. Võimalikud on ka mitme organi disfunktsioon, hüpoksia, põrnarebend, (DVS) sündroom, hepatiit ja võimalik kooma (Internet 10).

2.4.2 Ümarussid

Dencho piirkonnas Kanadast *B. transfuga*, kes on levinud karudel, leiti ka baribalidel, nakatumise tase oli 60% (40-st proovist), ja teises uuringus oli Dencho piirkonna karude seas nakatunud 18 proovi 28-st (tabel 4; Johnson et al., 2013; Catalano et al., 2015). Briti Columbia, baribalidel leiti ka *Uncinaria rauschi* nakatumise kõrget taset (Catalano et al., 2015). Samuti Dencho (Johnson et al., 2013). Karudel leiti ka *Dirofilaria ursi* parasiiti, kes on tüüpiline baribalidele (Michalski et al., 2010). Üsna kõrge nakkustase oli Winconsani karudel, nimelt 21% (10 proovi 47-st) ja 31,8% (40 proovist) Briti Columbia karust olid nakatunud liigiga *D. ursi* (tabel 4; Michalski et al., 2010; Catalano et al., 2015). Parasiit *D. ursi* on levinud baribalide seas ja seda on tuvastatud ka inimestel (Yamada et al., 2017; Addison & Pybus, 2022). Kuid dirofilariaas, mida inimestel põhjustavad kõige sagedamini *Dirifilaria immitis* ja *Dirifilaria repens*, on levinud Kesk- ja Kirde-Euroopas, Kagu-Aasias ja Aafrikas (Genchi & Kramer, 2020).

Parasiidi – *D. immitis* elutsükel hõlmab kahte peremeest: sääskede (*Culicidae*) ja selgroogset looma, tavaliselt koerte sugukonda, kuid ka inimesi, kasse ja karusid. Tsükel algab sääse hammustusega, mille süljenäärmetes on parasiidi vastsed (Simón et al., 2012). Looma hammustuse korral tungivad vastseid läbi haava peremehe kudedesse ja rändavad nahaalustes kudedes ning lihastes, kus nad läbivad L4 staadiumi. Seejärel satub parasiit vereringesse ja rändab südamesse. Pärast 120 päeva möödumist nakatumisest muutuvad vastseid lõpuks täiskasvanud niidikujulisteks ussideks ja 6–9 kuu jooksul pärast nakatumist sünnitavad nad vastseid – mikrofilariad (Järvis, 2011d; Simón et al., 2012).

Mikrofilaariad võivad lõpp-peremeesorganismis elada kuni 2 aastat ja täiskasvanud umbes 7 aastat. Kui sääsk hammustab nakatunud looma, sisenevad mikrofilaariad malpighi torudesse, kus nad läbivad L3 staadiumi ja migreeruvad sääse süljenäärmetesse ning tsükel kordub. Inimese nakatumine *Dirofilaria* liikidega on tavaliselt juhuslik. Inimkehasse sattudes lokaliseerub ebaküpsed vastsed (täiskasvanud ussid on inimkehas harvad) L4 oma elutsükli jaoks ebatüüpilistes kohtades, näiteks kopsudes, luues kopsusõlmed liigil *D. immitis* ning nahaalustes sõlmedes või migreeruvad silma liigil *D. repens*. Samuti võivad inimese naha alla tekkida mullid ja ilmned kõha koos rinnus oleva valuga ning hingeldamine. Harvadel juhtudel võib tekkida kopsuarteri tromboos (Simón et al., 2012).

2.4.3 Paelussid

Kanadas on teatatud, et kolm baribali 28-st on nakatunud perekonda *Diphyllobothrium* kuuluvate parasiitidega (tabel 4; Johnson et al., 2013). Üheks teiseks leitud ümarussiks baribalidel oli *Taenia* perekond. Kanadas Dencho piirkonnas registreeriti kolmel baribalidel 28-st nakatumist *Taenia* spp. parasiitidega (tabel 4; Johnson et al., 2013). Konkreetse liigi, *Taenia arctos* nakatumist leiti ka 10 karul 40-st Briti Columbias ja ühel karul Edela-Albertas (tabel 4; Catalano et al., 2014, 2015).

Tabel 4. Baribali (*Ursus americanus*) levinuimad siseparasiidid.

Parasiit	Uuritud karud	Nakatunud karud	Nakkuse tase (%)	Autor
Ainuraksed protistid				
<i>Toxoplasma gondii</i>	303	236	77,9	Dubey et al., 2016
	44	32	71 (emane)	Scimeca et al., 2020
	44	32	75 (isane)	Scimeca et al., 2020
<i>Babesia</i> spp.	201	84	41,8	Shaw et al., 2015
	49	3	6	Skinner et al., 2017
Ümarussid				
<i>Baylisascaris Transfuga</i>	40		60	Catalano et al., 2015
	28	18	64,3	Johnson et al., 2013
<i>Uncinaria rauschi</i>	40	29	72,5	Catalano et al., 2015
	28	9	32,1	Johnson et al., 2013
<i>Dirofilaria ursi</i>	47	10	21	Michalski et al., 2010
	40		31,8	Catalano et al., 2015
Paelussid				
<i>Diphyllobothrium</i> spp.	28	3		Johnson et al., 2013
<i>Taenia</i> spp.	28	3		Johnson et al., 2013

<i>Taenia arctos</i>	40	10		Catalano et al., 2015
	1	1	100	Catalano et al., 2014

2.5. Kaeluskaru (*Ursus thibetanus*) levinuimad siseparasiidid

2.5.1 Ainuraksed protistid

Protistide seast avastati kaeluskarust uus liik, kes kuulub perekonda *Hepatozoon*. Giru prefektuuris uuritud 35 karul avastati kõigil indiviididel *Hepatozoon* sp. Kopsudes (Kubo et al., 2008). Tuvastatud liik sai nimeks *Hepatozoon ursi* ja varasemate kaeluskaru *Hepatozoon* spp. leidude põhjal võib *H. ursi* olla üks Kesk-Jaapanis nende karude seas sagedamini kohatud protiste. Eeldatav lõpp-peremeesorganism on puugid *Haemaphysalis japonica* ja *Haemaphysalis flava* (Kubo et al., 2008). Samuti leiti *H. ursi* nakatumine 96,4% karudest (84 uuritud isendist) Nagano ja Tochigi piirkondades (Moustafa et al., 2020). Selle zoonootilise potentsiaali kohta andmed puuduvad (Moustafa et al., 2020). Iwate prefektuurist olid samuti nakatunud 119 (76,3) 156 karu proovist (Ikawa et al., 2011). Lisaks sellele avastati India Kashmiri Himaalajas elavate karude seas *Eimeria* perekonna parasiitide esinemine, 112 uuritud väljaheiteproovist 69 (61,6%) olid nakatunud (Sheikh et al., 2017).

Hepatozoon perekonna liikide puhul on tegemist apikomplekssete (*Apicomplexa*) hemoparasiitidega, kes võivad esineda paljudel selgroogsete liikidel üle maailma, sealhulgas koertel, karudel, kassidel ja paljudel teistel, kuid inimestel pole seda seni avastatud (Yu et al., 2019). Koertel hepatozoonoosi põhjustav parasiit on teadaolevalt levinud Euroopa Vahemere piirkonnas, aga ka Lõuna- ja Põhja-Ameerikas. Hiljutised uuringud kinnitavad selle patogeeni laienemist Kesk-Euroopasse ning nakkusi on tuvastatud ka erinevates Kesk-Euroopa riikides nagu Ungaris, Ukrainas, Tšehhis ning Saksamaal ja Poolas (Tołkacz et al., 2023).

Käesolev parasiit on heterokseenne e parasiidi arenemistsüklis on kaks või rohkem peremeest (Ewing & Panciera, 2003; Jarvis, 2011a). Lõpp-peremeesorganism on verest toituv lüljalgne nagu sääsk (*Nematocera*) või puuk jt, või kaanid (*Hirudinea*). Vaheperemeesteks on selgroogsed loomad. *Hepatozoon* spp. elütsükkel *Hepatozoon americanum* näitel on seotud puukidega. Kui puuk (*Amblyomma maculatum*) hammustab nakatunud vaheperemeest, siis tema soolestikku satuvad leukotsüüdid, kes sisaldavad parasiidi gametotsüüte (sugulise paljunemise või gametogoonia staadiumi rakud (Ewing & Panciera, 2003; Jarvis, 2011a). Seal toimub suguline paljunemine, mille tulemusena

toodavad gametotsüütid mikro- ja makrogameete. Tekkinud sügoot tungib puugi sooleseina rakkudesse, kus moodustub ootsüst, mille sees toimub jagunemine, moodustades sporotsüüte. Järgmisena toimub sporogoonia, mille tulemusena moodustuvad sporosoidid, kes on parasiidi nakatumise staadiumiks. Nakkusvõimelised ootsüstid vabanevad puugi kehaõõnde. Tsükli jätkamiseks neelab vaheperemees nakatunud puugi. Seedetrakti ensüümide mõjul lagunevad tsüstide kestad ning sporosoidid vabanevad koera soolestiku valendikku, tungivad läbi selle seina ja kanduvad vere- või lümfivoolu kaudu organismi. Sporosoidid tungivad vöötlihaste makrofaagidesse ja hakkavad moodustama tsüste. Trofosoidistaadiumis toidab parasiit end rakusiseselt, millele järgneval merogoonia staadiumil moodustuvad merosoidid merotsüüdi sees. Pärast merondi hävitmist võivad mõned merozoiidid kudesid uuesti nakatada, teised tungivad leukotsüütidesse, kus toimub suguline paljunemine ja verevoolu kaudu jõuab gametotsüüt vereringesse, misjärel võib see hammustuse kaudu edasi jõuda põhiperemeheni (Ewing & Panciera, 2003).

2.5.2 Ümarussid

Üks ümarusside esindajatest, mida leiti kaeluskarudel, on *B. transfuga*, mida on leitud suures koguses mitmetes uuringutes. Kashmiri Himaalajas oli nakatunud 47,4% proovidest (112 uuritud proovist), Taiwanis aga 65,5% (220 proovist) (tabel 5; Sheikh et al., 2017; Hwang et al., 2021). Primorsky krai piirkonnas nakatunud õlis 44 proovi (28,6%) 164-st nakatunud (tabel 5; Seryodkin et al., 2023). Samuti leiti kaeluskaru hulgas esindajaid perekonnast *Ancylostoma*. Kashmiri Himaalajas oli nakatumine 37,5% proovi (112 uuritud proovist) (tabel 5; Sheikh et al., 2017). Parasiite perekonnast *Trichinella* leiti Primorski kraisis 5 karult (41,7%) 12-st ja varasemas uuringus 6 (37,5%) karul 16-st nakatunud (tabel 5; Seryodkin et al., 2023, 2020). Trichinelloosi nakatumine kiskjate seas Kaug-Idas oli üsna suur, kuna nende peamine saak on metssiga. Lisaks pruunkarudele ja kaeluskarudele leiti kõrge nakatumise tase ka rebastel ja ilvestel (*Lynx lynx*), mis oli 64% ja 50% (tabel 5; Seryodkin et al., 2020). Kaug-Ida Venemaa kiskjate seas oli kõige levinum *Trichinella* liik *T. nativa*. Kuna pruunid karud ja kaeluskaru on raipesööjateks ning kannibalistlikeks loomadeks, siis nad võivad nakatuda trihhinelloosiga ka teiste kiskjate kaudu, keda nad jahtivad (Seryodkin et al., 2020).

2.5.3 Ümarussid

Nematooididest leiti kaeluskarust vaid sugukond *Taenidae* kuuluvaid parasiite. Primorsky Krai piirkonnas oli 264 karust nakatunud 2 (1,2%) kuid selles uuringus ei eristanud autorid pruunkaru ja kaeluskaru proove (tabel 5; Seryodkin et al., 2023). Taiwanis oli 705 kogutud proovist 220 nakatunud parasiitidega, kuid ainult väike osa (0,5%) oli nakatunud paelussidega *Taenia* sp. (tabel 5; Hwang et al., 2021).

Nudipaeluss e *T. saginata* on inimestel levinuim *Taenia* liik, millel on globaalne levik, olles endeemiline Ida-Euroopas, Kagu-Aasias, Aafrikas ja Ladina-Ameerikas (Järvis, 2011d; Konyaev et al., 2017). Nookapaeluss e *Taenia solium* ja *Taenia asiatica* võivad samuti inimestel põhjustada tsüstitserkoosi (Okello & Thomas, 2017). Inimene on *T. saginata* lõpp-peremees (samuti ka teised kiskjad), vaheperemeheks on veised või sead (*Sus scrofa*). Inimese peensooles eraldab nudipaeluss lülid e proglotiidid, mille sees on munad. Defekatsiooni teel või iseseisvalt läbi päraku sattuvad proglotiidid väliskeskkonda. Seejärel saab vaheperemees neelata munad, mis paiknevad proglotiidides või lihtsalt üksikud munad (Deplazes et al., 2016; Järvis, 2004). Munad kooruvad peensooles, seejärel tungivad läbi peensooleseina ja vere- ja lümfiringe abil levivad vöötlihastesse, maksa või kopsudesse. Seejärel, 12 nädala jooksul pärast nakatumise algust arenevad vaheperemehe kahjustatud koes metatsestoodid. Mõnikord avastatakse tsüstitserke maksas ja kopsudes. Inimene võib nakatuda nudipaelussiga, tarbides tooreid või ebapiisavalt töödeldud koetükke, mis sisaldavad elusaid tsüstitserke. Inimese peensoolde sattunud tsüstitserk (vastse staadium, mis on täidetud vedelikuga ja varustatud päisega) evagineerub protoskooleksi, millega ta kinnitub limaskestale ja seejärel kasvab täiskasvanud isendiks. Täiskasvanud nudipaeluss võib elada inimese soolestikus aastakümneid. Tsüstitserkoos on inimestel üldiselt asümptomaatiline, kuid võib põhjustada ebamugavustunnet kõhus ja kehakaalu langust (Deplazes et al., 2016). Harvematel juhtudel võib tekkida sapipõie perforatsioon, soolesulgus ja pimesoolepõletik. Nookpaeluss on üsna ohtlik, kuna võib põhjustada epilepsiat ja neurotsüstitserkoosi (Okello & Thomas, 2017).

Tabel 5. Kaeluskaru (*Ursus thibetanus*) levinuimad siseparasiidid.

Parasiit	Uuritud karud	Nakatunud karud	Nakkuse tase (%)	Autor
Ainuraksed protistid				
<i>Hepatozoon ursi</i>	35	35	100	Kubo et al., 2008
	84		96,4	Moustafa et al., 2020
	156	119	76,3	Ikawa et al., 2011
<i>Eimeria</i> spp.	112	69	61,6	Sheikh et al., 2017
Ümarussid				
<i>B. transfuga</i>	112	53	47,32	Sheikh et al., 2017
	220	76	6585	Hwang et al., 2021
	164	44	26,8	Seryodkin et al., 2023
<i>Trichinella</i> spp.	12	5	41,7	Seryodkin et al., 2023
	16	6	37,5	Seryodkin et al., 2020
<i>Ancylostoma</i> spp.	112	42	37,5	Sheikh et al., 2017
Paelussid				
<i>Taeniidae</i> sp.	164	2	1,2	Seryodkin et al., 2023
<i>Taenia</i> sp.	220		0,5	Hwang et al., 2021

3. Karulaste siseparasiitide uurimismeetodid

3.1. Morfoloogilised meetodid

Üldlevinud parasiitide uurimismeetodid on morfoloogilised meetodid. Nende hulka kuuluvad näiteks helmintoskoopia meetod, kontsentratsioonimeetodid, helmint-larvoskoopia-meetodid ja teised. Tavaliselt on proovide kogumise järel esimeseks etapiks helmintoskoopia. Helmintoskoopia käigus teostatakse proovide makroskoopiline analüüs, mis hõlmab värvi ja konsistentsi määramist, seejärel fikseerimist ning seejärel mikroskoopilist analüüsi. Oluline on ka proovi kogumise järgne aeg, näiteks värsked proovid on ideaalsed trofosoidide avastamiseks, kuna need on tundlikud ümbritseva keskkonna muutustele. Siiski võivad vastupidavad parasiidi vormid nagu tsüstid proovis püsida pikka aega, mistõttu ei nõua need kohest analüüsi. Seejärel kasutatakse kogutud proovides järelejäänud väikeste parasiitide koguste tuvastamiseks kontsentreerimismeetodeid, nagu flotatsioon ja settimine (Zeibig, 2012).

Sedimentatsioonimeetod seisneb sette uurimises, mis tekib tsentrifuugimise järel (Zeibig, 2012). Sette teke on tingitud sellest, et antud meetodis kasutatakse vedelikke, mille erikaal on väiksem kui munade mass (Gaponov et al., 2009). Flotatsioonimeetodi puhul on vedelik vastupidi munadest tihedam (Zeibig, 2012). Helmintide ja nende munade või ainuraksete protistide ootsüstide olemasolu korral proovis, ujuvad need tuubis vedeliku pinnale. Suspensiooni pinnalt pärit tilgad kantakse klaasile ja uuritakse mikroskoopiliselt (Yatushevich et al., 2011). Üks kõige sagedamini kasutatavaid lahuseid flotatsiooni jaoks on küllastunud soolalahus, lisaks kasutatakse ka teisi lahuseid, nagu pliinitraadi lahus, ammooniumnitraadi lahus ja teised (Gaponov et al., 2009; Yatushevich et al., 2011). Samuti võib kasutada suhkrulahust, mille eeliseks on, et suhkur ei avalda hävitavat mõju ootsüstide kestale, mis on oluline koktsiidide uurimisel. Lisaks ei kristalliseeru suhkur võrreldes soolaga nii kiiresti (Gaponov et al., 2009). Järjestikuste loputuste meetodit kasutatakse tavaliselt trematoodide tuvastamiseks. Kasutada võib ka värskete väljaheidete proovide töötlemiseks kasutatavat helmint-larvoskoopia meetodit, näiteks Baermanni meetodit, mis seisneb vastsete roojast väljumisel, asetades proovi sooja vette (Yatushevich et al., 2011; Panova et al., 2023).

Võrreldes morfoloogilisi meetodeid molekulaarsetega, võib märkida järgmist. Üks morfoloogiliste meetodite puudustest on see, et proovide uurimisega tuleb alustada võimalikult varakult pärast nende kogumist, kuna vanemas proovis võivad parasiitide munad olla deformeerunud (Järvis, 2011b; Zeibig, 2012). Proovi värskus on oluline näiteks helmint-larvoskoopia meetodi puhul, kus vastsete väljumine väljaheitest toimub kindlal ajal (nt *Strongyloides* puhul umbes viie tunni pärast). Seega võib vana proovi uurimine viia ebatäpsete tulemusteni ja erinevate liikide vastseid võib segi ajada (Järvis, 2011b; Arisov et al., 2022). Samuti võib *Strongyloides* perekonna keeruliselt eristatavate liikide puhul kasutada kultiveerimismeetodit, kus uurija kasvatab parasiiti ja jälgib selle arenguetappe, mis on üsna ajamahukas (Järvis, 2011b). Sedimentatsiooni- ja flotatsioonimeetod on üsna odavad ja lihtsad, kuid settemetodi puuduseks on tahkete osakeste esinemine proovis (Järvis, 2011b; Arisov et al., 2022). Flotatsioonimeetod on üsna odav, kuna lahustina saab kasutada tavalist keedusoola. Kuid, soolalahus ei sobi aga oma väikese tiheduse (1,8–1,20) tõttu kõikidele parasiitidele, mistõttu tuleb lahuseks kasutada üsna kalleid aineid (Järvis, 2011b). Seega *Diphyllobothrium latum* munade jaoks on vajalik tihedus vahemikus 1,30–1,35 ning liiga tiheda lahuse korral tõusevad pinnale mitte ainult munad, vaid ka väljaheite tükid (Järvis, 2011b). Meetod nõuab ka iganädalast lahuse tiheduse kontrollimist (Arisov et al., 2022). Samuti võimaldab see meetod tuvastada nakatumise taset, lugedes proovides olevate munade arvu. Kuid tulemus on vaid ligikaudne, nagu ka kvantitatiivsete proovide uurimisel, kus samuti määratakse nakatumise tase (Järvis, 2011b; Arisov et al., 2022). Seega, proovide kvantitatiivsel uurimisel, näiteks Stoll'i meetodil (kus uurija loendab munade arvu mikroskoobi all) nakatumise taseme määramiseks, tuleb katset läbi viia kolme päeva jooksul, et saada aritmeetiline keskmine, mis on samuti aeganõudev (Järvis, 2011b). Lisaks nõuab väljaheidete uurimine parasiitide esinemise tuvastamiseks sageli korduvaid katset valepositiivsete tulemuste tõttu, kuna parasiit ei esine veel väljaheites tuvastamise faasis muna või vastsena (Arisov et al., 2022).

3.2. Molekulaarsed meetodikad

Kuna mõned parasiidid lokaliseeruvad keha kudedes, on nende morfoloogiliste meetoditega tuvastamine üsna problemaatiline või isegi ohtlik uurijale (Zeibig, 2012). Samuti võivad väljaheites olevad munad jääda leidmata, kuigi parasiidid on soolestikus olemas, kuna emane isend ei pruugi olla munenud (Ershova et al., 2014). Sellistes olukordades võib morfoloogiliste meetodite täiendusena kasutada seroloogilisi teste, mis tuvastavad antikehad veres. Antikehade test võimaldab kindlaks teha praeguse nakatumise või varasema nakatumise fakti (Zeibig, 2012). Üheks immunoloogilise testi näiteks on IFAT-test (*indirect fluorescent antibody test*), milles kasutatakse antikehade fluorestseeruvat märgistust (Ranjan et al., 2015). Ent kuna seroloogial on mitmeid piiranguid, kasutatakse parasitoloogias DNA-l põhinevaid meetodeid, mis võimaldavad kasutada erinevaid proove nagu veri, koed, väljaheited jne (Ndao et al., 2009). DNA-l põhinevat PCR'i kasutatakse laialdaselt, kuna see võimaldab kasutada isegi neid proove, mis sisaldavad vähe bioloogilist materjali (Ranjan et al., 2015). PCR-test põhineb nt patogeensete organismide DNA matriitsi osade komplementaarsel kopeerimisel DNA polümeraasi abil. Kui DNA kuumutatakse temperatuurini 93–95 °C, jaguneb see kaheks ahelaks. Seejärel lisatakse valitud DNA piirkonna jaoks komplementaarsed praimerid. Kuumakindel polümeraas lisab praimeritele nukleotiide, mille tulemuseks on soovitud DNA piirkonna mitmed koopiad (Gaponov et al., 2009). PCR-meetod on üsna ajamahukas, kuid sellel testil on ka modifikatsioone, näiteks qPCR (*Real-Time Polymerase Chain Reaction*), mis töötati välja toksoplasma nakkuse tuvastamiseks: selle analüüsi puhul ei pea läbi viima elektroforeesi (Morozov & Kuznetsova, 2014). Samuti see on täpsem kui traditsioonilised morfoloogilised meetodid (Ndao et al., 2009). Üks laialdaselt kasutatavaid DNA sekveneerimismeetodeid on Sangeri meetod, mis võimaldab määrata nukleotiidide järjestust DNA proovis (Slatko et al., 2018; Borodinov et al., 2020; Miller & Chiu, 2024). Sangeri meetod kasutab dideoksünukleotiidide (ddNTP-sid) segu, et katkestada DNA süntees ahela teatud piirkondades. Selle meetodi puhul jagatakse DNA nelja katsutisse, millest igaüks on praimer, DNA polümeraas ja ddNTP. Iga reaktsioon lisab ühe neljast ddNTP-st, millest üks on radioaktiivselt märgistatud. DNA polümeraas lisab sünteesitavale ahelale dNTP, peatades reaktsiooni, kui kaasati ddNTP. Saadud DNA fragmente analüüsitakse geelil, kus radioaktiivsed laigud näitavad ddNTP inklusiooni kohti ja määravad seeläbi DNA (Borodinov et al., 2020). See meetod võimaldab aga

analüüsida suhteliselt lühikesi DNA järjestusi (Miller & Chiu, 2024). Uuema põlvkonna sekveneerimismeetodid (NGS -*next generation sequencing*) on Sangeri meetodiga võrreldes kiiremad (Slatko et al., 2018).

Kui võrrelda morfoloogilisi, seroloogilisi ja molekulaarseid meetodeid, võib märkida järgmist. Seroloogilised meetodid on piisavalt tundlikud ning võimaldavad tuvastada peremehe nakatumist, kusjuures peremees ise ei pruugi olla haigestunud, kuid võib nakatada teisi (Järvis, 2011c; Morozov & Kuznetsova, 2014). Kuid puuduseks on see, et antikehi saab tuvastada alles teatud aja möödudes pärast nakatumist ning see meetod sõltub ka patogeenide hulgast peremehes (Järvis, 2011b; Ershova et al., 2014). Samuti ei saa antikehade olemasolu olla tõendiks, et elus parasiit on endiselt peremehe kehas (Järvis, 2011b). Lisaks, PCR meetod ei nõua selliseid manipulatsioone nagu parasiidi kultuuride kasvatamine või terve parasiidi eraldamine (Morozov & Kuznetsova, 2014). Parasiidi avastamine võib toimuda otse kogutud proovide põhjal. Samuti on PCR meetod tundlikum ja ajaliselt vähem kulukas, kuna PCR meetodit saab teatud määral automatiseerida (st manuaalsete manipulatsioonide ja automatiseeritud etappide vaheldumine). Protsessi saab kiirendada ka qPCR abil (Morozov & Kuznetsova, 2014). See meetod võimaldab mitte ainult määrata parasiidi liiki, vaid ka leida erinevusi genotüüpide vahel, mis on teadusuuringutes oluline (Järvis, 2011b; Morozov & Kuznetsova, 2014). PCR võimaldab samuti tuvastada algloomi keskkonnas (Morozov & Kuznetsova, 2014). Siiski, nagu ka morfoloogiliste meetodite puhul, võib PCR-i kasutamisel olla keeruline ennustada parasiidi asukohta organismis, mis raskendab diagnoosi (Morozov & Kuznetsova, 2014). Samuti mõnel juhul, näiteks geohelmintide (st üheperemeheline nugiuss) tuvastamisel, on PCR-i kasutamine liigne, kuna selle ülesande saavad täita morfoloogilised meetodid (Järvis, 2011a; Morozov & Kuznetsova, 2014)

4. Arutelu

Käesolevas töös mainitud karude parasiitidest suurem osa (13 perekonda 16-st) on zoonootilised (vt lisa, tabel 1). Inimesele ei kandu edasi 16 perekonna hulgast ainult *Eimeria*, *Hepatozoon* ja *Neospora* siseparasiidide, mis näitab karude olulisust zoonootiliste haiguste kandjatena (Bowman, 2013; Yu et al., 2019). Kuna terve immuunsüsteemiga inimestel parasiithaigused üldiselt kriitilisi kahjustusi ei põhjusta, on oluline arvestada zoonooside mõjusid just haavatavamale elanikkonnale, kes põevad kroonilisi haiguseid, kuid ka lastele, kes puutuvad tihedamalt kokku saastunud pinnasega (Järvis, 2004, 2011d; Bowman, 2013; Rahman et al., 2020). Seega, selles sünteesis käsitletud parasiitidest on kõige olulisemad inimese zoonootilisi haigustekitajaid *Toxoplasma gondii*, *Trichinella* spp. ja *Cryptosporidium* spp. peamiselt nende põhjustatud terviseprobleemide tõsiduse tõttu. Nimetatud parasiidid kuuluvad ka Euroopa oluliste toiduparasiitide nimekirja (Bouwknegt et al., 2018).

Üks oluline karulastel leviv zoonoos on keeritsuss, keda leiti viiest karuliigist neljal – pruunkarul, jääkarul, kaeluskarul ja baribalil. Kõige rohkem keeritsusside liike on leitud pruunkarult, sealhulgas *T. spiralis*, *T. nativa*, *T. britovi* ja lisaks esinevad erinevad genotüübid T6 ja T9 (Nicorescu et al., 2015; Seryodkin et al., 2020; Murakami et al., 2023). Baribalilt on leitud liigid *T. nativa*, *T. murrelli* ja genotüüp T6 (Gajadhar & Forbes, 2010; J. Dubey et al., 2013). Jääkaru puhul on registreeritud *T. spiralis* ja *T. nativa* ning kaeluskaru puhul ainult *T. nativa* (Gajadhar & Forbes, 2010; Naidenko et al., 2013; Seryodkin, 2015). Sellest tulenevalt võib järeldada, et trihhinelloosi olulisimaks kandjaks on pruunkarud ja jääkarud ning kõige levinum *Trichinella* liik karude hulgas on *T. nativa*, kuna see on avastatud kõigil neljal karuliigil (Gajadhar & Forbes, 2010; Seryodkin, 2015; Seryodkin et al., 2020).

Liigid perekonnast *Trichinella* on kõik zoonootilised. Parasiit -*T. spiralis* on üks levinumaid trihhinelloosi põhjustajaid inimestel ning hõlmab nakkustsükli sigu, rotte ja muid metsloomi (Gottstein et al., 2009). Liik - *T. britovi* on teine levinum liik inimestel. Parasiidiga *T. murrelli* inimene nakatub peamiselt baribali liha tarbides. Keeritsuss *T. nativa* ja genotüüp T6 on külmatolerantsed, kes on levinud Arktika piirkondades (Gottstein et al., 2009). Trihhinelloos on oluline zoonootiline haigus, kuna see on levinud ülemaailmselt ja võib põhjustada tõsiseid terviseprobleeme. Haiguse raskusaste sõltub

neelatud vastsete arvust ning harvadel juhtudel võib intensiivne nakatumine olla surmav (Järvis, 2004). Siiski, kui trihhinelloosi diagnoositakse ja ravitakse õigeaegselt kaasaegsete meetoditega, siis on võimalik oluliselt vähendada trihhinelloosi suremust. Sel juhul kulgeb nakatumine parasiidiga sageli nagu tavaline gripp koos kõhulahtisuse ja näo tursega, mis kiiresti taandub (Murrell & Pozio, 2011; Neghina et al., 2012). Kuid eriteadmiste puudumise tõttu on trihhinelloosi alguses raske tuvastada, kuna selle sümptomid meenutavad tavalist grippi või allergilist reaktsiooni gripiravimitele (Dupouy-Camet, 2000; Neghina et al., 2012). See raskendab trihhinelloosi diagnoosimist inimestel (Murrell & Pozio, 2011). Näiteks keskajal täheldati erinevates riikides, sh Inglismaal, Iirimaa, Saksamaal, Prantsusmaal trihhinelloosiga sarnaseid haiguspuhanguid. Neid haigusjuhtumeid tunti erinevate nimetuste all, nagu "higistav surm", "sõjahaigus" jt ning neid iseloomustasid tugevad peavalud, lihasvalu ja kõrge palavik (Neghina et al., 2012). Trihhinelloosi korral võivad tekkida sümptomid nagu allergiline vaskuliit või veresoonte seinte põletikuline haigus, turse silmaümbruses, verevalumid silma limaskestast all. Tõsisemate tüsistustena võivad esineda müokardiit ja entsefaliit. Haigust ravitakse allergiavastaste ravimite ja bensimidiasooliga (Järvis, 2004). Inimene nakatub parasiidimune sisaldava toore liha söömisel. Peamiselt on haigus levinud kultuurides, kus traditsioonilisteks roogadeks on toorelt valmistatud liha. Veelgi nakatuvad ka jahimeestelt liha ostnud inimesed, aga ka jahimehed ja nende perekonnad, kes tarbisid väheküspetatud karuliha (Bukina, 2012; Gottstein et al., 2009). Seega on trihhinelloos laialt levinud Venemaal põhjapoolsete rahvaste seas, nagu evenid, inuiidid, eskimod ja tšuktšid. Ühe Tšukotka asula elanike analüüside tulemuste kohaselt oli 159-st inimesest 46-l (28,93%) *T. nativa* antikehad, kes on Arktika piirkondades peamine trihhinelloosi tekitaja. Selle põhjuseks on mereimetajate, näiteks morskade (*Odobenus rosmarus*), töötlemata liha tarbimine, kes on *T. nativa* reservuaariks (Bukina, 2012). Samuti ajaloolised viited annavad tunnistust ka Arktika ekspeditsioonidel viibivate inimeste nakatumisest jääkaruliha söömisel (Oksanen et al., 2022). Veel ühe tõendina selle kohta, et karud on oluline parasiidi reservuaar, kes võivad inimesele üle kanduda, on juhtum, kus inimesed said *T. nativa* nakkuse Kanadas Saskatchewanis kogukondades, kus 87-st inimesest, kes tarbisid baribali kuivatatud liha, diagnoositi 31-l (40%) hiljem trihhinelloosi (Schellenberg et al., 2003). Venemaal Amuuri oblastis on inimese nakatumise peamiseks

põhjuseks metssealiha söömine (31,7% juhtudest), aga ka koerte, mäkrade (*Meles meles*) ja metssigade liha tarbimine (Solovyeva et al., 2016).

Trihhinelloosi infektsiooni võib kogu maailmas põhjustada nakatunud liha eksport piirkondadest, kus trihhinelloos on endeemiline, nagu Põhja-Ameerika ja Ida-Euroopa (Dupouy-Camet, 2000). Lisaks võib põhjuseks olla see, et toore liha tarbimine on levinud peaaegu kõigis kultuurides, eriti täiskasvanute seas. Täiskasvanud vanuses 20–50 aastat nakatuvad oluliselt sagedamini kui lapsed, mis võib olla seotud vale lihakäitlemisega jt (Murrell & Pozio, 2011). Prantsusmaal ja Itaalias registreeriti trihhinelloosi nakatumise puhangud, mis olid põhjustatud toore hobuseliha tarbimisest, mis oli imporditud Ameerikast ja Ida-Euroopast. Hoolimata asjaolust, et Belgias on hobuseliha tarbimine suurem kui nendes riikides, söövad belglased seda küpsetatult, mistõttu on Belgias nakatumise tase madalam (Boireau et al., 2000). Kodusealiha kaudu leviv trihhinelloos on Euroopa Liidus üsna haruldane, sest sigu peetakse kinnistes tingimustes, kuid metsade taastamine suurendab zoonootilise nakkuse riski (Dupouy-Camet, 2000). Metsade taastamisel suureneb metsloomade arv, kes saavad interakteeruda avatud karjamaadel karjatatavate põllumajandusloomadega, suurendades omakorda parasiidi inimestele edasikandumise võimalust. Näitena võib tuua uuringut, kus Serbia Braničevo ja Podunavlje piirkondades tuvastati kahte liiki parasiitide *Trichinella* esinemine: *T. spiralis* ja *T. britovi*. Üheksas uuritud omavalitsuses kinnitati parasiidi esinemine, hõlmates 81,8% territooriumist. Samuti uuriti ümbruskonna jahipiirkondi, kus leiti nakatumisi metssealt, rebastelt, huntidelt ja šaakalilt (*Canis aureus*). Keeritsussi esinemise põhjus on seotud sellega, et sigu hoitakse veekogude ja jõgede lähedal, suurendades seeläbi kokkupuute tõenäosust, eelkõige kisklust, metsloomadega. Lisaks toidetakse koduloomi sealiha jääkidega, suurendades nii kodu- kui ka metsloomade nakatumise riski (Zivojinović et al., 2015). Seega hetkel pole täpset arvu trihhinelloosiga nakatumiste kohta inimestel teada, kuna ühe haiglaravil oleva patsiendi kohta võib olla mitu nakatunut, kelle nakatumine võib avalduda varjatud kujul. Eestis on näiteks nakatumise määr üsna madal, 2022 aastal oli Eestis 1 nakatumisjuht diagnoositud (Internet 4). Mis puudutab elanikkonna üldist nakatumise taset, siis seropositiivsus *T. spiraalis* suhtes oli 2,7% (Lassen et al., 2016). Jahimehed, kes ei korista jahijärgseid jäänuseid, võivad tahtmatult olla trihhinelloosi leviku põhjustajateks metsloomade hulgas (Gottstein et al., 2009).

Kuna karud on omnivoorid, siis saadakse selliseid jääke süües looduses tähtsateks trihhinelloosi edasikandjateks (Seryodkin et al., 2020).

Teiseks oluliseks zoonoosiks karude seas on siseparasiit *Toxoplasma gondii*, keda leiti kolmel karul, kellest kõige enam olid nakatunud baribalid ja jääkarud. Kõigi *T. gondii* vaheperemeeste hulgas on baribal kõige levinum, mille põhjus on teadmata (Chambers et al., 2012; Dubey et al., 2016). Kuid võib eeldada, et see on seotud kõrge inimeste ja koduloomade populatsioonitihedusega (Cox et al., 2017). Ida-Tennessee piirkonnas on baribalid turismiobjektiks ja nende kokkupuuted inimestega rahvusparkides on sagedased. Selles piirkonnas oli baribalide *T. gondii* nakatumise tase 74% aastatel 2015–2017, seega võivad nad olla nakkuse reservuaarid ja kujutada teatavat ohtu inimestele (Ammar et al., 2020). Lisaks on mõnes osariigis lubatud karude kütmine, näiteks Pennsylvanias jahimehed kütivad igal aastal kuni 3500 isendit, mis näitab tihedat kokkupuudet inimeste ja karude vahel, mis võib viia nakatumiseni, kuna jahimehed ei kasuta saagi töötlemisel sageli kindaid ega taga piisavat liha termilist töötlemist (Dubey et al., 2016; Dubey et al., 2021). Näitena, Ameerika Ühendriikides haigestus kaheksa meest okulaarse toksoplasmoosiga pärast kokkupuudet põdra ja karu lihaga. Kolm neist nakatusid liha lõikamisel ja viis ebapiisavalt töödeldud liha tarbimisel (Conrady et al., 2022). Eestis diagnoositi perioodil 1997–2022 toksoplasmoosi neljal juhul (Internet 4). Mis puudutab elanikkonna üldist seropositiivsuse taset Eestis, siis see oli 55,6%, kusjuures kõige kõrgem nakatumise tase oli loomade hooldajate seas – 65,3%. See ületas nii veterinaaride kui ka jahimeeste tulemusi, mis olid vastavalt 45,2% ja 65,3% (Lassen et al., 2016). Nagu ka trihhinelloosi puhul, võivad jahimeeste poolt maha jäetud nakatunud karude sisikondade jäägid olla edasiseks parasiidi levikuallikaks, näiteks kui nendest lihajääkidest toituvad hulkuvad koduloomad (Dubey et al., 2021).

Baribalil avastati kõrgeim nakatumise tase Pennsylvanias ja Oklahomas, kus nakatumise tase oli 77,9% emaste ja 75% isaste puhul (Dubey et al., 2016; Scimeca et al., 2020). Liigiga *T. gondii* nakatumist on leitud ka vabalt elavate baribalide seas Florida, Tennessee, Marylandis ja Kanadas Dehcho piirkonnas (Chambers et al., 2012; Dubey et al., 2013; Johnson et al., 2013; Scimeca et al., 2020). Jääkarudel oli kõrge nakatumise tase Svalbardil Norras, 46,6%, ja samuti Kanadas - 69,8% (Jensen et al., 2010; Pilfold et al., 2021). Samuti teatati, et karud olid nakatunud Gröönimaal, Alaskal ja Barentsi mere saartel (Oksanen et al., 2009; Kirk et al., 2010; Naidenko et al., 2013). Üks

nakatumisjuhtum on registreeritud pruunkarul Rumeenia loomaaias (Dărăbuș et al., 2011). Eriti tähelepanuväärsed on parasiidi leiud jääkarude juurest Arktikas, kus kaslasi ei esine. Jääkarude kõrge nakatumise tase *T. gondii* liigiga võib olla tingitud selle parasiidi merega seonduvatest ülekandeteedest (Jensen et al., 2010). Uuringud on näidanud, et parasiidi ootsüstid võivad soolases vees säilitada eluvõimet kuni 85 päeva (Lindsay et al., 2004). Lisaks eeldatakse, et parasiit võib jõuda Arktikasse sealhulgas rändlindude ja imetajatega, kes puutuvad kokku ootsüstidega geograafilistes piirkondades, kus leidub kaslasi. Teine võimalik tee on parasiidi ülekandumine lõunapoolsetest elupaikadest põhjapoolsetesse piirkondadesse. Sel juhul võib parasiit Arktikas levida ühelt vaheperemehelt teisele, isegi kui lõpp-peremehi pole. Kõrgeid toksoplasma nakkuse tasemeid leidub kiskjaliste nagu nugiste (*Martes* spp.), naaritsate (*Mustela* spp.) ja hallhuntide (*Canis lupus*) hulgas, mis toob esile kiskluse potentsiaalset rolli nakkuse levitamisel Arktikas. Kasside poolt väljutatud ootsüstid võivad levida põhja suunas kaladega üle veeteede, mis võib olla veel üks nakkuseallikas inimestele, karudele jt imetajatele, kes tarbivad kala (Reiling & Dixon, 2019).

Inimene võib nakatuda ootsüste sisaldava kassi väljaheidetega kokku puutunud toidu või vee kaudu, samuti on võimalik kudedes olevaid tsüste alla neelata erinevate loomade, sealhulgas karude vähe küpsetatud või toore liha tarbimisel. Näitena võib tuua uuringut, kus tuvastati, et Eestis vabalt elavate põtrade seas oli põdra (*Alces alces*) nakatumise tase 23,9% (nakatunud oli 111 põtra 463-st) (Remes et al., 2018). Veelgi avastati Eestis metssigade seas üsna kõrge nakatumise tase, kus 24%-l metssidest esinesid *T. gondii* antikehad (nakatunud oli 113 metssiga 471st) (Remes et al., 2018). Tervetel inimestel võib toksoplasmoos kulgeda asümptomaatilisel, kuid 10% haigestunutest võib esineda lümfisõlmede turset. Selline juhtum registreeriti tervel 20-aastaselt mehel USA-st, kes tarbis traditsioonilist rooga toorest lambalihast, saades parasiitnakkuse, mis läbi ilmnis lümfisõlmede turse. Tervetel inimestel võivad harva esineda müokardiit, polümüosiit, pneumoniit, hepatiit või entsefaliit. Äge toksoplasmoos tavaliselt ei lõpe täieliku paranemisega, vaid parasiit on võimeline sisenema soikefaasi, tekitades inimese kudedes tsüste, mis aga väidetavalt ei põhjusta elu jooksul sümptomeid. Siiski võib toksoplasmoos olla ohtlik immuunpuudulikkusega inimestele. Sellistel inimestel võib krooniline toksoplasmoos tavaliselt taasaktiveeruda nõrgenenud immuunsüsteemi tõttu, mis võib viia entsefaliidi ja neuroloogiliste defitsiitide tekkeni. Teised võimalikud tüsistused

võivad olla näiteks korioretiniit ja pneumoniit (Taila et al., 2011). Üks näide inimese nakatumisest toksoplasmoosi oli 40-aastase Liibanoni naise juhtum, kellel tekkis ajus veresoonte tromboos, mille tagajärjel kannatas parema käe koordinatsiooni ja liikumine (Hofmann et al., 2008). Veel üks oluline aspekt, mis rõhutab toksoplasmoosi kui zoonootilise haiguse olulisust, on selle tagajärjed rasedatele naistele. Teatatud on, et umbes 31,2% Euroopa rasedatest naistest on nakatunud varjatud toksoplasmoosi vormiga, kõrgeimad määrad olid Lõuna-Ameerikas -56,2% ja Aafrikas 48,7% (Rostami et al., 2020). Toksoplasmoosi nakatumine raseduse varases staadiumis ei kanna suurt riski haiguse ülekandmiseks lapsele, kuid ülekandmine võib olla väga ohtlik, kuna see võib põhjustada raseduse katkemist, ajukahjustusi, kurtust, pimedust, arenguprobleeme või võib isegi põhjustada surnultsündimist. Toksoplasmoosi ülekandumise tõenäosus nakkuse korral viimasel trimestril tõuseb 100% -ni, kuid ei ole lootele nii ohtlik, aga võib põhjustada nägemishäireid (Cortina-Borja et al., 2010; Sarkari et al., 2015). Efektiivsete ravimite puudumine toksoplasmoosi raviks raseduse ajal rõhutab selle haiguse aktiivse ennetamise ja varajase diagnoosimise vajadust. Nakkuse ajal tekkivate tüsistuste näiteks oli 25 -aastase Iraani naise puhul raseduse 15 nädalal palavik, peavalu, lümfisõlmede suurenemine ja külmetushaiguse sümptomid (Sarkari et al., 2015). Edasistest uuringutest selgus, et naine oli nakatunud toksoplasma. Talle määrati pürimetamiin-sulfadisaasiinravi (mis on sageli ette nähtud toksoplasmoosi korral), mida patsient ei talunud. Raseduse 24 nädalal avastati lootel väärarengud, mis said aluseks rasedus katkestamise soovitusel (Sarkari et al., 2015).

Toksoplasmoosi kosmopoliitse olemuse põhjuseks on võime nakatada oma vahepealseid peremehi nakatunud koetsüstide suukaudse tarbimise kaudu. See nakkusmehhanism võimaldab parasiidil kasside kaudu sugulise paljunemise vajadusest mööda minna. Parasiit võib nakatada järgnevat vaheperemeest parasiiti sisaldavaid koetsüste sisaldava saastunud toidu või vee tarbimiseks (Su et al., 2003). See omab olulisi epidemioloogilisi tagajärgi *T. gondii* poolt põhjustatud haiguste puhul, kuna see võib levida nakatunud toidu ja vee kaudu, mitte ainult kokkupuute kaudu kasside väljaheidetega. See on oluline kohastumine, mis võimaldab parasiidil edukalt levida ja nakatada laia peremeeste spektrit (Su et al., 2003).

Kolmandaks ohtlikuks zoonootiliseks haigustekitajaks karude seas on *Cryptosporidium* spp., keda leiti neljal karuliigil. Pruunkarul oli kõige rohkem nakatumisjuhtumeid

(Ravaszova et al., 2012; Aghazadeh et al., 2015; Orosová et al., 2016). Kõrgeim parasiidi nakatumise tase tuvastati pruunkarul Slovakkias, mis ulatus 55,6%-ni (Ravaszova et al., 2012). Teistes uuringutes oli nakatumise tase 15,4% Slovakkias ja 8,5% Horvaatias (Aghazadeh et al., 2015; Orosová et al., 2016). Järgmise kõrge krüptosporidioosi nakkuse esinemissagedusega karuliigina on teada prillkaru. Kõrge nakatumisaste tuvastati Chingaza Massifis Kolumbias, kus oli nakatunud 100% karudest, samuti leiti parasiiti Kolumbia kõrgetel mägedel 10%-lise nakkustasemega ning Peruust 14,3%-lise nakkustasemega (Figueroa, 2015; Zárate Rodriguez et al., 2022; Quintero et al., 2023). Kaeluskaru nakatumisaste oli madalam, ulatudes 2,7%-ni Taiwanis, 2,4%-ni Hiinas ja Itaalia loomaaias oli kolm 6st karust nakatunud (Fagiolini et al., 2010; Wang et al., 2020; Hwang et al., 2021). Baribalil oli üks *Cryptosporidium* nakkuse juhtum, mida identifitseeriti kui *C. parvum* (Xiao et al., 2000). Seega võib järeldada, et kõige olulisemad krüptosporidioosi levitajad karude hulgas on pruunkarud ja prillkarud ning liigina on tuvastatud *C. muris* pruunkarul ja *C. parvum* baribalil (Xiao et al., 2000; Ravaszova et al., 2012; Aghazadeh et al., 2015; Orosová et al., 2016; Kváč et al., 2021).

Peiteoslaste perekonnas on suur hulk liike ja genotüüpe (Bowman, 2013; Ryan & Hijjawi, 2015). Teada on 27 *Cryptosporidium* liiki, kellest 19 nakatab imetajaid (Ryan & Hijjawi, 2015). Kõige sagedamini esinevad inimestel Euroopas *C. hominis* ja *C. parvum*, kuid imetajatel on avastatud ka teisi liike nagu *C. muris*, *C. andersoni*, *C. felis*, *C. canis*, *C. suis*, *C. bovis* jt (Xiao, 2010; Ryan & Hijjawi, 2015; Cacciò & Chalmers, 2016). Vasikad on peamiselt *C. parvum* oluliseks reservuaariks (Paziewska et al., 2007; Quílez et al., 2008). Metsloomade hulgas on *C. parvum* leitud näiteks kährikkoeral (*Nyctereutes procyonoides viverrinus*), euroopa koprul (*Castor fiber*), rebasel, euroopa piisonil (*Bison bonasus*), hundil, punahirvel (*Cervus elaphus*) (Matsubayashi et al., 2004; Paziewska et al., 2007; Ravaszova et al., 2012). Parasiidid perekonnast *Cryptosporidium* elavad nakatunud loomade soolestikus, põhjustades ägedat soolehaigust, mis avaldub kõhuvalu ja kõhulahtisusena. Nõrgenenud immuunsusega patsientidel võib infektsioon muutuda krooniliseks ja ohtlikuks. Arengumaades levib *Cryptosporidium* peamiselt fekaal-oraalsel teel, kui neelatakse alla ootsüste, mis on saastanud toidu või vee. Haiguspuhangud võivad esineda ka tööstusriikides joogivee saastumise tõttu (Gerace et al., 2019). Näiteks võib tuua krüptosporidioosi nakatumise 27 000 Östersundi elanikul 2010 aastal Rootsis. Põhjuseks oli joogivee ebapiisav puhastamine veepuhastusjaamas (Widerström et al.,

2014). Krüptosporidioosi sagenemist linnades seostatakse sageli jõgede ülejütustega (Cacciò & Chalmers, 2016). Käesolevad parasiidid põhjustavad sooletalitluse häireid, mille tulemuseks on vedel kõhulahtisus. Infektsiooni raskus sõltub peremehe immuunpuudulikkuse määrast. Immunokompetentsetel isikutel põhjustab infektsioon tavaliselt ainult lühiajalist kõhulahtisust, mis sageli ei vaja ravi. Kuid inimestel, kelle immuunsüsteem on nõrgenenud, nagu HIV/AIDS-iga, vähiga või pärast siirdamist patsientidel, võib haigus muutuda krooniliseks ja olla raskesti ravitav (Gerace et al., 2019). Juulis 2022 aastal diagnoositi 56-aastaselt Hiina mehel, kes oli läbinud maksasiirdamise ja võtnud immunosuppressante *C. parvum* nakatumise juhtumi. Lisaks kuni 10 korda päevas esinevale 20-päevasele kõhulahtisusele kaasnesid patsiendil ka südame arütmia, õhupuudus, pearinglus, suukuivus, nahakuivus, silmamunade vajumise sümptomid. Samuti tekkis septiline šokk, äge neerukahjustus ja kopsuinfektsioon (Shan et al., 2023). Krüptosporidioos on ohtlik ka lastele, sest põhjustab pikaajalist kõhulahtisust. Infektsioon võib põhjustada ka kasvupeetust ja alatoitumist (Checkley et al., 2015). Näitena võib tuua juhtumi, kus 16-kuune laps oli nakatunud liigiga *C. parvum*. Laps kannatas palaviku, riniidi, oksendamise ja tugeva kõhulahtisuse, samuti vedelikupuuduse all ning silmamunad olid vajunud sügavamale silmakoopasse. Nakatumise põhjuseks oli oletatavasti lapse isa kokkupuude talus nakatunud vasikatega. Pärast kolmepäevast ravi nitasoksaniidiga kadusid haiguse sümptomid (Agnomey et al., 2010). Lõuna-Indias uuriti 158 kõhulahtisusega last, kellest 15,2% (24 last) olid *Cryptosporidium* spp. suhtes positiivsed (Ajjampur et al., 2008). Eestis oli 2022 aastal krüptosporidioosi esinemissagedus 100 000 elaniku kohta 12 juhtu, millest 75% juhtudest olid lapsed vanuses 0–14 aastat (Internet 4). Krüptosporidioos võib samuti põhjustada maksa- ja sapiteede põletikku, mis lõppeb sapiteede obstruktsiooni, skleroseeriva kolangiidi ja pankreatiidiga (Gerace et al., 2019). Ravimite uuringud on näidanud, et mõned ravimid, nagu nitasoksaniid, on immunokompetentsetel patsientidel väga tõhusad (Diptyanusa & Sari, 2021). Immuunpuudulikkusega inimestel ei ole ravi tõhus seni, kuni ei taastata rakulist immuunsust (Internet 11).

Tavaliselt karud, rebased, hundid jt ei ole krüptosporidioosi peamised peremehed, vaid pigem juhuslikud nakkuse reservuaarid. Nad nakatuvad näriliste kaudu, kes on selle zoonoosi olulised reservuaarid looduses (Ravaszova et al., 2012). Pole täiesti selge, kas rebased ja karud on sobivaks peremeheks, ning kas neis toimub parasiidi suguline

paljunemisstaadium (Ravaszova et al., 2012; Aghazadeh et al., 2015). Autor Orosová et al. (2016) eeldab, et karude populatsiooni suurenemine, karude liikumine linnadesse ja karude lühenenud taliuinak suurendab krüptosporidioosi looduses esinemist ja selle inimesele ülekandmise riski (Orosová et al., 2016). Krüptosporiidiumi genotüüpide mitmekesisust ei ole praegu täielikult uuritud. Mõned teadaolevad parasiidi genotüübid, näiteks *C. parvum*, mis on leitud teatud peremeesloomadelt, erinevad liiga palju teistest *C. parvum* genotüüpidest. See võib viidata sellele, et toimub koevolutsioon peremehe ja parasiidi vahel, mis viib parasiidi kohanemiseni uue peremeesliigiga (Xiao et al., 2000). On leitud, et baribalil leitud *C. parvum* genotüüp oli geneetiliselt lähedane koera *C. parvum* genotüübile ja *C. felis* genotüübile, mis võib olla ohtlik parasiidi ülekandmiseks inimesele (Xiao et al., 2000).

Käesoleva bakalaureusetöö autor saab märkida et praegu ei ole täpselt kindlaks tehtud järgmiste karuparasiitide zoonootilist staatust: *Sarcocystis arctosi*, *Baylisascaris venezuelensis*, *Baylisascaris transfuga*, *Ancylostoma malayanum*, *Uncinaria rauschi*, *Uncinaria yukonensis*, *Taenia arctos*, *Taenia krabbei*. Siiski on mõned vähesed molekulaarteaduslikud uuringud nende parasiitide DNA kohta võimaldanud teadlastel teha järeldusi nende võimaliku zoonootilisuse kohta.

Leitud pruunkarude *Uncinaria rauschi* ja *Uncinaria yukonensis* liigid on määratletud fülogeneetiliselt lähedaseks teadaolevale zoonootilisele siseparasiidile *U. stenocephala* (Catalano et al., 2015; Stefano et al., 2015). Parasiit *Sarcocystis arctosi* on uus liik, kes on leitud pruunkarudelt, kuid selgus, et see on fülogeneetiliselt lähedane liigile *S. canis* liigiga (Dubey, Rosenthal, et al., 2007). Liik *Taenia arctos* määratleti hiljuti kui eraldi liik *Taenia krabbei* liigist ja eeldatavalt on zoonootiline oma fülogeneetilise suguluse tõttu zoonootilise *T. multiceps* parasiidiga (Haukisalmi et al., 2011; Lavikainen et al., 2008; Okello & Thomas, 2017). Parasiit *A. malayanum*, keda leiti pruunkarudelt, on samuti eeldatavalt zoonootiline selle perekonna üldise zoonootilisuse tõttu, kuid selle kohta pole läbi viidud uuringuid (Asakawa et al., 2006; Xie et al., 2017). Prillkarudest leitud *Baylisascaris venezuelensis* on samuti uus liik, kes on määratletud eraldi *B. transfuga* liigist ning selle kohta puuduvad andmed (Mata et al., 2016). Oluline on märkida, et kõige levinum karude parasiit *B. transfuga* omab määramatut zoonootilist staatust ja selle elutsüklil on osaliselt uurimata (Bauer, 2013). Antud parasiiti ja kõiki selle perekonna liike peetakse potentsiaalselt zoonootilisteks, kuid teiste peremeeste ja inimeste

nakatumise juhtumeid pole registreeritud (välja arvatud Jaapani makaagid (*Macaca fuscata*) loomaaias ja Alaskal elavatel põtradel (*Alces gigas*)) (Sato et al., 2005; Bauer, 2013; Hoberg et al., 2018). Samuti eeldatakse, et *B. transfuga* vastsete migreerimisel võivad tekkida väiksemad terviseprobleemid võrreldes *B. procyonis* liigiga, kuna *B. transfuga* vastsete migratsioon pole nii kahjulik nende väikese suuruse ja aeglase kasvu tõttu (Bauer, 2013; Schaul, 2006). Ent autor leiab, et *B. transfuga* laialdane levik karude seas rõhutab selle parasiidi zoonootilise staatuse määramise olulisust. Karude parasitofauna edasiste uuringute kavandamisel tuleks sellele küsimusele pöörata tähelepanu ja anda sellele prioriteet.

Samuti võib märkida, et kui tuvastati perekonna *Cryptosporidium*, *Diphyllobothrium* parasiite ja mõnel juhul *Ancylostoma*, siis enamikul juhtudel ei tuvastatud karudel siseparasiite liigi tasemel (Aghazadeh et al., 2015; Orosová et al., 2016; Sheikh et al., 2017; Bugmyrin et al., 2017; Zárate Rodriguez et al., 2022; Quintero et al., 2023). Peiteoslaste puhul võib põhjuseks olla perekonna genotüüpide heterogeensus. Antud perekonna liikide määramine on parasitoloogidele problemaatiline suure geneetilise varieeruvuse ja laia peremeeste vahemiku tõttu. Praegu on selle perekonna parasiitide nimetuste omistamine pigem suunatud olemasolevate andmete korrastamisele tulevase teabe täpsustamise eesmärgil (Šlapeta, 2013; Feng et al., 2018). Kuid krüptosporiide ja nende genotüüpe on võimalik määrata täpsemalt geneetiliste meetoditega (Järvis, 2011b; Šlapeta, 2013). Teistes juhtudel, näiteks *Ancylostoma* puhul, võib põhjus olla selles, et uuringutes kasutati ainult morfoloogilisi meetodeid parasiidi määramiseks või kasutati ka molekulaarseid meetodeid, kuid mitte kõigi leitud parasiitide puhul, vaid ainult nende puhul, mis olid uurimiseks huvipakkuvad (Orosová et al., 2016; Sheikh et al., 2017). Autor võib eeldada, et selline valikulisus on seotud molekulaarsete meetodite kõrge hinnaga. Siiski võib sellest järeldada, et molekulaarsed meetodid on parasitoloogiliste uuringute läbiviimisel kõige olulisemad (Ndao et al., 2009). Vaatamata molekulaarsete meetodite täpsusele ei ole aga parasitoloogias parasiitide tuvastamiseks universaalset meetodit. Sellest lähtuvalt on olenevalt eesmärkidest soovitatav kasutada nii morfoloogilisi kui ka molekulaarseid meetodeid (Ershova et al., 2014).

Käesolev bakalareusetöö ei kirjeldanud kõiki karudel leitud parasiite, kuna eesmärk oli kirjeldada nii levinumaid kui ka zoonootilisi siseparasiite. Seega, kuigi parasiiti *Sarcocystis* ei peeta karudele omaseks, leiti seda siiski mitte ainult pruunkaru, vaid ka

baribali seas (J. Dubey, Rosenthal, et al., 2007; Orosová et al., 2016; Lee et al., 2021; Greenfield et al., 2022). Nimelt, nii nagu pruunkarude puhul, leiti ka Kanadast surnud baribalipoega, kes oli nakatunud *S. canis* liikiga ning ühes Kanadas tehtud uuringus oli nakatunud 39 (95%) baribali (Britton et al., 2019; Lee et al., 2021; Greenfield et al., 2022). Seega võib autor järeldada, et pruunkarude ja Kanada baribalide puhul on ühised *Sarcocystis* perekonna parasiidid (vt lisa, tabel 2). Antud töö autori arvates võib pidada *Hepatozoon ursi* siseparasiiti valdavalt iseloomulikuks kaeluskarule, kuna teisel viitel liigil ei ole leitud seda üldse, välja arvatud kaks Türgist pärit pruunkaru (Akyüz et al., 2020). Samuti leiti protistidest liiki *Neospora caninum* peamiselt ainult jääkarudel ning veelgi ühes ainsas uuringus avastati *N. caninum* esmakordselt Slovakkia 11 pruunkarul (24,4%) 45-st (Čobádiová et al., 2013; Atwood et al., 2017; Pilfold et al., 2021). Mis puutub perekonda *Babesia*, siis käesolevas bakalaurisetöös oli mainitud seda ainult baribalil, kuna võrreldes teiste baribali algloomadega oli selle parasiidi nakatumine üsna kõrge (Shaw et al., 2015). Siiski on seda leitud ka teistel karudel. Seega leiti parasiit ainsas uuringus pruunkarul ja kaeluskarul (Moustafa et al., 2020). Lisaks kaeluskarule ja prillkarule leiti *Eimeria* parasiite ka pruunkarudel, kuid nakatumise tase oli madalam – 2,7%; 2,9% (Omeragić et al., 2023; Orosová et al., 2016). Sünteesi tulemustest võib veelgi järeldada, et kõigi viie vabalt elava karuliigi jaoks on *Baylisascaris transfuga* kõige tavalisem liik. Huvitav on see, et kõik karud, välja arvatud jääkaru, olid tugevalt nakatunud karuparasiidiga *Baylisascaris transfuga* (Borka-Vitális et al., 2017; Catalano et al., 2015; Hwang et al., 2021; Quintero et al., 2023). Jääkaru nakatumine esines ainult loomaaias (Xie et al., 2011). Selle põhjust ei ole teada, kuid autor võib eeldada, et põhjused võivad olla seotud Arktika madalate temperatuuridega, jääkaru anatoomiliste omadustega või uuringute puudumisega. Samas avastati Arktikas elavatel pruunkarudel nakatumine *Baylisascaris transfuga* parasiidiga, kuid nakatumise määr oli vaid 3,1% (5-st 160 väljaheidete proovist) (Haynes et al., 2023). Samuti on teada, et kõrge temperatuur ei avalda munadele negatiivset mõju ja need võivad ellu jääda ka -20 kraadi juures (Papini & Cardini, 1997). Kuna parasiiti iseloomustatakse suure hulga munade väljutamisega keskkonda (10 kuni 20 tuhat), siis autori arvates paradoksaalne on see, et Arktikas elavad pruunkarud ei nakata jääkarusid (Papini & Casarosa, 1994). Seega võib autor järeldada, et vaba looduses elavate jääkarude nakatumise puudumine võib olla tingitud uurimiste puudumisest või muudest parasiidi bioloogilistest omadustest, mis hetkel pole teada.

Parasiite *Trichinella* perekonnast ei mainitud ülevaates baribali levinud parasiitidena. Siiski leiti see parasiit tema juurest, kuigi nakatumise määr oli 7,3%, 5,8%, ning isegi 22% ja 14% (Gajadhar & Forbes, 2010; Harms et al., 2021; Johnson et al., 2013). See oli madalam kui teiste karude nakatumise tase, kuid siiski märkimisväärne. Parasiidid *Trichinella* perekonnast on leitud kõigil karudel peale Prillkaru. Autor võib eeldada, et selle põhjuseks on karu elupaiga – Andide – isoleeritus, kus trihhinella pole laialt levinud (Feidas et al., 2014). Selles töös perekonda *Ancylostoma* mainiti baribalil ja kaelusakrul, kuna nende parasiidiga nakatumise tase oli kõrgeim, kuid see leiti ka prillkarul, kus nakkustase oli 15% (Zárate Rodriguez et al., 2022). Parasiite perekonnast *Ascaris* oli leitud vaid prillkarul (vt lisa, tabel 2). Veelgi, perekonda *Strongyloides* leiti mitte ainult prillkarul, vaid ka kaeluskarul, kuid ainult tehistingimustes (Figueroa, 2015; Dhakal et al., 2023). Samuti tuvastati *Dirofilaria* parasiite mitte ainult baribalil, vaid ka pruunkarul ja kaeluskarul ning esmakordselt jääkarul (Michalski et al., 2010; Catalano et al., 2015; Masatani et al., 2021; Naidenko et al., 2013). Parasiite *Diphyllobothrium* ja *Taenia* perekonnast leiti aga kõigil karudel kuid huvitaval kommel pole kaeluskarul leitud *Diphyllobothrium* parasiiti ega ka *Taenia* parasiite prillkarult. Autor eeldab, et leidude puudumine paelusside osas prillkaru juures on seotud väheste uuringutega. Praegu on kõige paremini uuritud parasiitide faunat pruunkarude puhul ilmselt seetõttu, et neil on suurim levila karude seas (umbes 200 000 isendit). Siiski on kõige arvukam (umbes 850 000 kuni 950 000 isendit) baribal, hoolimata asjaolust, et ta on levinud ainult Põhja-Ameerikas (Internet 1). Seega võib teiseks kõige uuritumaks karuliigiks pidada baribali ja kaeluskaru ning seejärel jääkaru. Kõige vähem uuritud neist viiest liigist on prillkarud nende väikese arvukuse tõttu (13 kuni 18 tuhat isendit) (Internet 1). Seega autor võib järeldada, et kõnealuste karuliikide levinumad siseparasiidid on (vt lisa, tabel 2): *Eimeria*, *Baylisascaris transfuga*, *Trichinella* (eriti *T. nativa*), *Uncinaria*, *Ancylostoma*, *Dirofilaria*, *Diphyllobothrium*, *Taenia*, *Cryptosporidium*.

Kokkuvõte

Omnivooridest karud on zoonootiliste haiguste peremehed ja seetõttu nende levitajad. Kuna maailmas on kõige levinumad karulased pruunkaru ja baribal, kes on sageli jahiojektideks, mistõttu võivad põhjustada toore või väheküpsetatud liha tarbimisel zoonoosidega nakatumist. Käesolevas bakalaureusetöös tuvastati, et kõige levinumate karude parasiitide hulgas on 16-st perekonnast 13 zoonootilised. Inimeste jaoks kõige ohtlikumad parasiidid, kes karudelt leiti, on *Trihhinella* spp., *Toxoplasma gondii* ja *Cryptosporidium* spp. Perekonna *Trihhinella* parasiite leiti nelja karuliigi hulgast. Kõige rohkem keeritsussiga nakkust leiti pruun- ja jääkarust. Samuti on kõige levinum *Trihhinella* liik karude seas *Trichinella nativa*. Trihhinelloosi haigestub inimene toore karuliha söömisel, mis võib sisaldada entsüsteerunud trihhinella vastseid, ja kõrge nakkusintensiivsuse puhul võib olla surmav. Liiki *Toxoplasma gondii* leiti kolme karuliigi hulgast, kus kõrgeim nakatumistase oli baribal ja jääkarul. Antud zoonoos on ohtlik inimestele, kellel on immuunpuudulikkus, ning rasedatele, põhjustades loote surma või deformatsiooni. Parasiite perekonnast *Cryptosporidium* leiti neljal karuliigil, kus kõige kõrgemad nakatumistasemed olid pruunkarul. Krüptosporidoos on ohtlik eelkõige inimestele, kellel on immuunpuudulikkus, ja pärast elundisiirdamist on nakkus äärmiselt ohtlik. Siiski osutus karude seas kõige levinumaks parasiidiks *Baylisascaris transfuga*, keda leiti viie karuliigi hulgast. Liik – *Baylisascaris transfuga* ja paljude teiste selles töös mainitud parasiitide (nt *Sarcocystis arctosi*, *Ancylostoma malayanum*, *Taenia arctos* jne) zoonootiline olemus vajab hetkel täiendavaid uuringuid. Parasiiti *Baylisascaris transfuga* zoonootilise potentsiaali ebamäärasus ning üldine uurimispuudujääk karude parasiidifauna teemal tekitab muret ja tõstab esile molekulaarsete meetodite olulisust selles valdkonnas epidemioloogiliste riskide tõhusaks kontrollimiseks ja ennetamiseks.

Summary

The omnivorous nature of bears is one of the main reasons why they are hosts for zoonotic diseases. Since the brown bear (*U. arctos*) and the American black bear (*U. americanus*) are the most abundant bear species globally, being often hunted, and therefore can cause infections with zoonotic diseases when consuming their raw meat.

In this study, it was discovered that 13 out of 16 genera of bear endoparasites are zoonotic. The most hazardous endoparasites for humans are *Trichinella* spp., *Toxoplasma gondii*, and *Cryptosporidium* spp. Parasites of the genus *Trichinella* were found in four bear species. The highest infection rate with *Trichinella* spp. was found in brown and polar bears. Additionally, the most common species of *Trichinella* among bears was *Trichinella nativa*. Parasites of the genus *Trichinella* are transmitted to humans via raw bear meat causing trichinellosis that can be lethal at higher infection intensity. The parasite *Toxoplasma gondii* was found in four bear species, with the highest level of infection in American black bear and polar bears. This zoonosis is hazardous for humans suffering under immunodeficiency diseases and also for pregnant women, leading to fetal death or deformations of the foetus. Parasites from the genus *Cryptosporidium* were found in four bear species, with the highest infection rates found in brown bears. Cryptosporidiosis is extremely dangerous for people infected with immunodeficiency diseases and patients after organ transplantation are considered as severe risk groups.

However, the most widespread endoparasite among bears is *Baylisascaris transfuga*, which has been found in five species of bears. The zoonotic nature of *Baylisascaris transfuga* and some other endoparasites (e.g. *Sarcocystis arctosi*, *Ancylostoma malayanum*, *Taenia arctos* etc.) mentioned in this study is still unknown and requires further research. The fact of the uncertain status of the zoonotic potential of *Baylisascaris transfuga*, as well as the general lack of research on the topic of bear endoparasite fauna is concerning and studies based on molecular methods are essential to obtain further knowledge about endoparasite taxonomy and to effectively control and prevent epidemiological risks.

Tänuavaldused

Soovin tänada oma juhendajat Ants Tulli ning Urmas Saarma juhendamise ja nõuannete eest.

Lisad

Tabel 1. Karulaste levinumad zoonootilised siseparasiidid.

Siseparasiidid	Zoonootilisus	Autor
Ainuraksed protistid		
<i>Cryptosporidium</i> spp.	+	Gerace et al., 2019
<i>Neospora caninum</i>	-	Khan et al., 2020
<i>Babesia</i> spp.	+	Yue et al., 2020
<i>Eimeria</i> spp.	-	Burrell et al., 2020
<i>Toxoplasma gondii</i>	+	Tenter et al., 2000
<i>Sarcocystis</i> spp.	+	Fayer et al., 2015
<i>S. canis</i>	+	Fayer et al., 2015
<i>S. arctosi</i>	?	Dubey, Rosenthal, et al., 2007
<i>Hepatozoon</i> spp.	-	Yu et al., 2019
<i>H. ursi</i>	-	Yu et al., 2019
Ümarussid		
<i>Trichinella</i> spp.	+	Thawornkuno et al., 2022
<i>T. nativa</i>	+	Thawornkuno et al., 2022
<i>T. spiralis</i>	+	Thawornkuno et al., 2022
<i>Baylisascaris</i> spp.	+	Bauer, 2013
<i>B. transfuga</i>	?	Bauer, 2013
<i>B. venezuelensis</i>	?	Mata et al., 2016
<i>Ascaris</i> spp.	+	Dold & Holland, 2011
<i>Ancylostoma</i> spp.	+	Ghodeif & Jain, 2019
<i>A. malayanum</i>	?	Xie et al., 2017
<i>Uncinaria rauschi</i>	?	Stefano et al., 2015
<i>Uncinaria stenocephala</i>	+	Stefano et al., 2015
<i>Uncinaria yukonensis</i>	?	Stefano et al., 2015
<i>Dirofilaria ursi</i>	+	Simón et al., 2012
<i>Strongyloides</i> spp.	+	Olsen et al., 2009
Paelussid		
<i>Diphyllobothrium</i> spp.	+	Scholz et al., 2009

<i>D. dendriticum</i>	+	Scholz et al., 2009
<i>D. nihonkaiense</i>	+	Scholz et al., 2009
<i>D. latum</i>	+	Järvis, 2004
<i>T. arctos</i>	?	Lavikainen et al., 2008
<i>T. krabbei</i>	?	Lavikainen et al., 2008

Tabel 2. Uuritud karu siseparasiitide üldine võrdlustabel.

Siseparasiidid	Pruunkaru	Baribal	Jääkaru	Kaeluskaru	Prillkaru
Ainuraksed protistid					
<i>Cryptosporidium</i>	+			+	+
<i>Sarcocystis</i>	+	+			
<i>S. canis</i>	+	+			
<i>S. arctosi</i>	+				
<i>Neospora caninum</i>			+		
<i>Toxoplasma gondi</i>		+	+		
<i>Eimeria spp</i>	+			+	+
<i>Babesia spp.</i>	+	+		+	
<i>Hepatozoon ursi</i>				+	
Ümarussid					
<i>B. venezuelensis</i>					+
<i>Baylisascaris transfuga</i>	+	+	+	+	+
<i>Trichinella</i>	+	+	+	+	
<i>T. nativa</i>	+	+	+	+	
<i>Uncinaria</i>	+	+	+		
<i>U. rauschi</i>	+	+			
<i>U. yukonensis</i>	+				
<i>U. stenocephala</i>			+		
<i>Ancylostoma</i>	+			+	+
<i>A. malayanum</i>	+				
<i>Ascaris</i>					+
<i>Strongyloides</i>					+

<i>Dirofilaria</i>	+	+		+	+
<i>D. ursi</i>	+	+		+	
Paelussid					
<i>Diphyllobothrium</i>	+	+	+		+
<i>D. dendriticum</i>	+				
<i>D. nihonkaiense</i>	+				
<i>D. latum</i>			+		
<i>Taenia</i>	+	+	+	+	
<i>T. arctos</i>	+	+			
<i>T. krabiei</i>	+				
<i>Taenia ursi maritimi</i>			+		

Kasutatud kirjandus

- Addison, E. M., & Pybus, M. (2022). Populations and site selection of *Dirofilaria ursi* (nematoda: Onchocercidae) in American black bears (*Ursus americanus*). *The Journal of Wildlife Diseases*, 58: 584–591.
- AF White, M., Whiley, H., & E. Ross, K. (2019). A review of *Strongyloides* spp. Environmental sources worldwide. *Pathogens*, 8: 91.
- Aghazadeh, M., Elson-Riggins, J., Reljić, S., Ambrogi, M. de, Huber, Đ., Majnarić, D., & Hermosilla, C. (2015). Gastrointestinal parasites and the first report of *Giardia* spp. In a wild population of European brown bears (*Ursus arctos*) in Croatia.
- Agnamey, P., Djeddi, D., Diallo, A., Vanrenterghem, A., Brahimi, N., da Costa, C., Totet, A., & others. (2010). Childhood cryptosporidiosis: A case report. *Journal of Parasitology Research*, 2010.
- Ajjampur, S., Rajendran, P., Ramani, S., Banerjee, I., Monica, B., Sankaran, P., Rosario, V., Arumugam, R., Sarkar, R., Ward, H., & others. (2008). Closing the diarrhoea diagnostic gap in Indian children by the application of molecular techniques. *Journal of Medical Microbiology*, 57: 1364–1368.
- Akyüz, M., Kirman, R., & Güven, E. (2020). Morphological and molecular data of *Hepatozoon ursi* in two brown bears (*Ursus arctos*) in Turkey. *Folia Parasitologica*, 67.
- Almería, S. (2013). *Neospora caninum* and wildlife. *International Scholarly Research Notices*, 2013.
- Ammar, S., Braunstein, J., Su, C., Williamson, R. H., & Gerhold, R. (2020). Serologic survey of *Toxoplasma gondii* in black bears (*Ursus americanus*) from eastern Tennessee, USA. *Journal of Wildlife Diseases*, 56: 721–723.

- Andreev, V. (2007). Toksoplazmoz: Etiologiya, epidemiologiya, printsipy diagnostiki i profilaktiki. Zhurnal Grodnenskogo Gosudarstvennogo Meditsinskogo Universiteta, 3: 112–116.
- Arisov, M., Panova, O., Khrustalev, A., Kurnosova, O., Sysoeva, N., & Glamazdin, I. (2022). Klassicheskie koprologicheskie metody diagnostiki parazitov zhyvotnykh: Uchebno-metodicheskoe posobie.
- Asakawa, M., Mano, T., & Gardner, S. L. (2006). First Record of *Ancylostoma malayanum* (Alessandrini, 1905) from Brown Bears (*Ursus arctos* L). *Comparative Parasitology*, 73: 282–284.
- Åsbakk, K., Aars, J., Derocher, A. E., Wiig, Ø., Oksanen, A., Born, E. W., Dietz, R., Sonne, C., Godfroid, J., & Kapel, C. M. (2010). Serosurvey for *Trichinella* in polar bears (*Ursus maritimus*) from Svalbard and the Barents Sea. *Veterinary Parasitology*, 172: 256–263.
- Atkinson, C. T., Thomas, N. J., & Hunter, D. B. (2009). Parasitic diseases of wild birds. John Wiley & Sons.
- Atwood, T. C., Duncan, C., Patyk, K. A., Nol, P., Rhyan, J., McCollum, M., McKinney, M. A., Ramey, A. M., Cerqueira-Cézar, C. K., Kwok, O. C., & others. (2017). Environmental and behavioral changes may influence the exposure of an Arctic apex predator to pathogens and contaminants. *Scientific Reports*, 7: 13193.
- Baron, S. (1996). Medical microbiology.
- Bauer, C. (2013). Sheikh et. *Veterinary Parasitology*, 193: 404–412.
- Boireau, P., Vallee, I., Roman, T., Perret, C., Mingyuan, L., Gamble, H., & Gajadhar, A. (2000). *Trichinella* in horses: A low frequency infection with high human risk. *Veterinary Parasitology*, 93: 309–320.

- Borka-Vitális, L., Domokos, C., Földvári, G., & Majoros, G. (2017). Endoparasites of brown bears in Eastern Transylvania, Romania. *Ursus*, 28: 20–30.
- Borodinov, A., Manoilov, V., Zarutsky, I., Petrov, A., & Kurochkin, V. (2020). Generations of DNA sequencing methods. *Sci. Instrum*, 4: 3–20.
- Bouwknegt, M., Devleeschauwer, B., Graham, H., Robertson, L. J., van der Giessen, J. W., & others. (2018). Prioritisation of food-borne parasites in Europe, 2016. *Eurosurveillance*, 23: 17–00161.
- Bowman, D. (2013). *Georgis' Parasitology for Veterinarians*.
- Britton, A. P., Bidulka, J., Scouras, A., Schwantje, H., & Joseph, T. (2019). Fatal hepatic sarcocystosis in a free-ranging grizzly bear cub associated with *Sarcocystis canis*-like infection. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 31: 303–306.
- Bugmyrin, S., Tirronen, K., Panchenko, D., Kopatz, A., Hagen, S., Eiken, H., & Kuznetsova, A. (2017). Helminths of brown bears (*Ursus arctos*) in the Kola Peninsula. *Parasitology Research*, 116: 1755–1760.
- Bukina, L. (2012). Nekotorye epidemiologicheskie aspekty trikhinelleza na Chukotke. *Sovremennye Problemy Prirodopolzovaniya, Okhotovedeniya i Zverovodstva*, 1.
- Burrell, A., Tomley, F. M., Vaughan, S., & Marugan-Hernandez, V. (2020). Life cycle stages, specific organelles and invasion mechanisms of *Eimeria* species. *Parasitology*, 147: 263–278.
- Cacciò, S., & Chalmers, R. (2016). Human cryptosporidiosis in Europe. *Clinical Microbiology and Infection*, 22: 471–480.
- Cai, Y.-C., Chen, S.-H., Yamasaki, H., Chen, J.-X., Lu, Y., Zhang, Y.-N., Li, H., Ai, L., & Chen, H.-N. (2017). Four human cases of *Diphyllobothrium nihonkaiense*

- (Eucestoda: Diphyllbothriidae) in China with a brief review of Chinese cases. *The Korean Journal of Parasitology*, 55: 319.
- Carlson, C. J., Dallas, T. A., Alexander, L. W., Phelan, A. L., & Phillips, A. J. (2020). What would it take to describe the global diversity of parasites? *Proceedings of the Royal Society B*, 287(1939), 20201841.
- Catalano, S., Lejeune, M., Tizzani, P., Verocai, G. G., Schwantje, H., Nelson, C., & Duignan, P. J. (2015). Helminths of grizzly bears (*Ursus arctos*) and American black bears (*Ursus americanus*) in Alberta and British Columbia, Canada. *Canadian Journal of Zoology*, 93: 765–772.
- Catalano, S., Lejeune, M., Verocai, G. G., & Duignan, P. J. (2014). First report of *Taenia arctos* (Cestoda: Taeniidae) from grizzly (*Ursus arctos horribilis*) and black bears (*Ursus americanus*) in North America. *Parasitology International*, 63: 389–391.
- Chambers, D., Ulrey, W., Guthrie, J., Kwok, O., Cox, J., Maehr, D., & Dubey, J. (2012). Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* from free-ranging black bears (*Ursus americanus*) from Florida. *Journal of Parasitology*, 98: 674–675.
- Checkley, W., White, A. C., Jaganath, D., Arrowood, M. J., Chalmers, R. M., Chen, X.-M., Fayer, R., Griffiths, J. K., Guerrant, R. L., Hedstrom, L., & others. (2015). A review of the global burden, novel diagnostics, therapeutics, and vaccine targets for cryptosporidium. *The Lancet Infectious Diseases*, 15: 85–94.
- Čobádiová, A., Vichova, B., Majlathova, V., & Reiterová, K. (2013). First molecular detection of *Neospora caninum* in European brown bear (*Ursus arctos*). *Veterinary Parasitology*, 197(1–2), 346–349.
- Colella, V., Bradbury, R., & Traub, R. (2021). *Ancylostoma ceylanicum*. *Trends in Parasitology*, 37: 844–845.

- Conrady, C. D., Besirli, C. G., Baumal, C. R., Kovach, J. L., Etzel, J. D., Tsui, J. C., Elner, S. G., & Johnson, M. W. (2022). Ocular toxoplasmosis after exposure to wild game. *Ocular Immunology and Inflammation*, 30: 527–532.
- Cortina-Borja, M., Tan, H. K., Wallon, M., Paul, M., Prusa, A., Buffolano, W., Malm, G., Salt, A., Freeman, K., Petersen, E., & others. (2010). Prenatal treatment for serious neurological sequelae of congenital toxoplasmosis: An observational prospective cohort study. *PLoS Medicine*, 7(10), e1000351.
- Cox, J. J., Murphy, S. M., Augustine, B. C., Guthrie, J. M., Hast, J. T., Maehr, S. C., & McDermott, J. (2017). Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in American black bears (*Ursus americanus*) of the Central Appalachians, USA. *Journal of Wildlife Diseases*, 53: 671–673.
- Daba, M., Naramo, M., & Haile, G. (2021). Current status of *Ancylostoma* species in domestic and wild animals and their zoonotic implication. *Animal and Veterinary Sciences*, 9: 107–114.
- Dărăbuș, G., Afrenie, M., Olariu, R. T., Ilie, M. S., Balint, A., & Hotea, I. (2011). Epidemiological remarks on *Toxoplasma gondii* infection in Timișoara Zoo. *Ursus*, 1:100.
- de Lima Corvino, D. F., & Horrall, S. (2017). Ascariasis.
- Dekhnitch, A. V. (2000). Clinical and Microbiological Aspects of Cryptosporidiosis. *Klinicheskaya Mikrobiologiya i Antimikrobnaya Khimioterapiya*, 2: 51–57.
- Deplazes, P., Eckert, J., Mathis, A., von Samson-Himmelstjerna, G., & Zahner, H. (2016). *Parasitology in veterinary medicine*. Wageningen Academic.

- Dhakal, P., Sharma, H. P., Shah, R., Thapa, P. J., & Pokheral, C. P. (2023). Copromicroscopic study of gastrointestinal parasites in captive mammals at Central Zoo, Lalitpur, Nepal. *Veterinary Medicine and Science*, 9(1), 457–464.
- Diptyanusa, A., & Sari, I. P. (2021). Treatment of human intestinal cryptosporidiosis: A review of published clinical trials. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 17: 128–138.
- Dold, C., & Holland, C. V. (2011). *Ascaris* and ascariasis. *Microbes and Infection*, 13: 632–637.
- Donahoe, S. L., Lindsay, S. A., Krockenberger, M., Phalen, D., & Šlapeta, J. (2015). A review of neosporosis and pathologic findings of *Neospora caninum* infection in wildlife. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 4: 216–238.
- Dubey, J., Hill, D., Zarlenga, D., Choudhary, S., Ferreira, L., Oliveira, S., Verma, S., Kwok, O., Driscoll, C., Spiker, H., & others. (2013). Isolation and characterization of new genetic types of *Toxoplasma gondii* and prevalence of *Trichinella murrelli* from black bear (*Ursus americanus*). *Veterinary Parasitology*, 196: 24–30.
- Dubey, J., Murata, F., Cerqueira-Cézar, C., Kwok, O., & Su, C. (2021). Epidemiologic and public health significance of *Toxoplasma gondii* infections in bears (*Ursus* spp.): A 50 year review including recent genetic evidence. *The Journal of Parasitology*, 107: 519–528.
- Dubey, J. P., Brown, J., Ternent, M., Verma, S. K., Hill, D. E., Cerqueira-Cézar, C. K., Kwok, O. C., Calero-Bernal, R., & Humphreys, J. G. (2016). Seroepidemiologic study on the prevalence of *Toxoplasma gondii* and *Trichinella* spp. Infections in

- black bears (*Ursus americanus*) in Pennsylvania, USA. *Veterinary Parasitology*, 229: 76–80.
- Dubey, J., Rosenthal, B. M., Sundar, N., Velmurugan, G., & Beckmen, K. B. (2007). *Sarcocystis arctosi* sp. Nov.(Apicomplexa, Sarcocystidae) from the brown bear (*Ursus arctos*), and its genetic similarity to schizonts of *Sarcocystis canis*-like parasite associated with fatal hepatitis in polar bears (*Ursus maritimus*). *Acta Parasitologica*, 52: 299–304.
- Dubey, J., Schares, G., & Ortega-Mora, L. (2007). Epidemiology and control of neosporosis and *Neospora caninum*. *Clinical Microbiology Reviews*, 20: 323–367.
- Dupouy-Camet, J. (2000). Trichinellosis: A worldwide zoonosis. *Veterinary Parasitology*, 93: 191–200.
- Dutto, M., & Petrosillo, N. (2013). Hybrid *Ascaris suum/lumbricoides* (Ascarididae) infestation in a pig farmer: A rare case of zoonotic ascariasis. *Central European Journal of Public Health*, 21:224.
- Ershova, I., Osychnok, L., & Mochalova, A. (2014). Methods of helminthiasis diagnosis at the present stage. *Aktual'naya Infektologiya= Actual Infectology*, 2: 86–89.
- Esaulova, N. V., Seryodkin, I., Konyaev, S., Malkina, A. V., & Borisov, M. Y. (2012). Fauna of bear's helminthes from Sakhalin Island and south of Russian Far East. *Russian Veterinary Journal. Small Pets and Wild Animals*, 4: 16–19.
- Ewing, S., & Panciera, R. (2003). American canine hepatozoonosis. *Clinical Microbiology Reviews*, 16: 688–697.
- Fagiolini, M., Lia, R. P., Laricchiuta, P., Cavicchio, P., Mannella, R., Cafarchia, C., Otranto, D., Finotello, R., & Perrucci, S. (2010). Gastrointestinal parasites in

- mammals of two Italian zoological gardens. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 41: 662–670.
- Fayer, R. (2004). *Sarcocystis* spp. In human infections. *Clinical Microbiology Reviews*, 17: 894–902.
- Fayer, R., Esposito, D. H., & Dubey, J. P. (2015). Human infections with *Sarcocystis* species. *Clinical Microbiology Reviews*, 28: 295–311.
- Feidas, H., Kouam, M. K., Kantzoura, V., & Theodoropoulos, G. (2014). Global geographic distribution of *Trichinella* species and genotypes. *Infection, Genetics and Evolution*, 26: 255–266.
- Feng, Y., Ryan, U. M., & Xiao, L. (2018). Genetic diversity and population structure of *Cryptosporidium*. *Trends in Parasitology*, 34: 997–1011.
- Figueroa, J. (2015). New records of parasites in free-ranging Andean bears from Peru. *Ursus*, 21–27.
- Furhad, S., & Bokhari, A. A. (2019). Trichinosis.
- Gajadhar, A. A., & Forbes, L. B. (2010). A 10-year wildlife survey of 15 species of Canadian carnivores identifies new hosts or geographic locations for *Trichinella* genotypes T2, T4, T5, and T6. *Veterinary Parasitology*, 168: 78–83.
- Gaponov, S., Khitsova, L., & Solodovnikova, O. Г. (2009). *Metody parazitologicheskikh issledovaniy* (Vol. 180).
- Genchi, C., & Kramer, L. H. (2020). The prevalence of *Dirofilaria immitis* and *D. repens* in the Old World. *Veterinary Parasitology*, 280, 108995.
- Gerace, E., Presti, V. D. M. L., & Biondo, C. (2019). *Cryptosporidium* infection: Epidemiology, pathogenesis, and differential diagnosis. *European Journal of Microbiology and Immunology*, 9: 119–123.

- Ghodeif, A. O., & Jain, H. (2019). Hookworm.
- Gondim, L. F. (2006). *Neospora caninum* in wildlife. *Trends in Parasitology*, 22: 247–252.
- Gottstein, B., Pozio, E., & Nöckler, K. (2009). Jensen. *Clinical Microbiology Reviews*, 22: 127–145.
- Goździk, K., Odoevskaya, I., Movsesyan, S., & Cabaj, W. (2017). Molecular identification of *Trichinella* isolates from wildlife animals of the Russian Arctic territories. *Helminthologia*, 54: 11–16.
- Greenfield, J. B., Anderson, M. V., Dorey, E. A., Redman, E., Gilleard, J. S., Nemeth, N. M., & Rothenburger, J. L. (2022). Molecular characterization of *Sarcocystis* spp. As a cause of protozoal encephalitis in a free-ranging black bear. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 34: 146–152.
- Guerrero, R., & Castellanos, A. (2016). First record of *Baylisascaris transfuga* (Nematoda: Ascarididae) in an Andean bear (*Tremarctos ornatus*) Ecuador. *International Bear News*, 25, 24.
- Harms, N. J., Larivee, M., Scandrett, B., & Russell, D. (2021). High prevalence and intensity of *Trichinella* infection in Yukon American black (*Ursus americanus*) and grizzly (*Ursus arctos*) bears. *The Journal of Wildlife Diseases*, 57: 429–433.
- Haukisalmi, V., Lavikainen, A., Laaksonen, S., & Meri, S. (2011). *Taenia arctos* n. Sp.(Cestoda: Cyclophyllidea: Taeniidae) from its definitive (brown bear *Ursus arctos* Linnaeus) and intermediate (moose/elk *Alces* spp.) hosts. *Systematic Parasitology*, 80: 217–230.
- Haynes, E., Coker, S., Yabsley, M. J., Niedrighaus, K. D., Ramey, A. M., Verocai, G. G., Hilderbrand, G. V., Joly, K., Gustine, D. D., Mangipane, B., & others. (2023).

- Survey for Selected Parasites in Alaska Brown Bears (*Ursus arctos*). *The Journal of Wildlife Diseases*, 59: 186–191.
- Hoberg, E. P., Burek-Huntington, K., Beckmen, K., Camp, L. E., & Nadler, S. A. (2018). Transuterine infection by *Baylisascaris transfuga*: Neurological migration and fatal debilitation in sibling moose calves (*Alces alces gigas*) from Alaska. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 7: 280–288.
- Hofmann, A., Zaharatos, G., Miller, M., & others. (2008). Case report and review of the literature: *Toxoplasma gondii* encephalitis in a 40-year-old woman with common variable immunodeficiency and a new diagnosis of large granular lymphocytic leukemia. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*, 19: 309–310.
- Hwang, M.-H., Chin, T.-W., & Yu, P.-H. (2021). Endoparasites of formosan black bears (*Ursus thibetanus formosanus*) during acorn season in Yushan National Park, Taiwan. *The Journal of Wildlife Diseases*, 57: 345–356.
- Ikawa, K., Aoki, M., Ichikawa, M., & Itagaki, T. (2011). The first detection of *Babesia* species DNA from Japanese black bears (*Ursus thibetanus japonicus*) in Japan. *Parasitology International*, 60: 220–222.
- Isomursu, M., & Kunnasranta, M. (2011). *Trichinella nativa* in grey seal *Halichoerus grypus*: Spill-over from a highly endemic terrestrial ecosystem. *Journal of Parasitology*, 97: 735–736.
- Jalovecka, M., Sojka, D., Ascencio, M., & Schnittger, L. (2019). *Babesia* life cycle—when phylogeny meets biology. *Trends in Parasitology*, 35: 356–368.
- Järvis, T. (2004). *Parasitaarsed zoonosid*.
- Järvis, T. (2011b). *Veterinaarparasitoloogia 1: üldosa*. Tartu Ülikooli Kirjandus.

- Järvis, T. (2011c). Veterinaarparasitoloogia 2: diagnoosimine ja tõrje. Tartu Ülikooli Kirjandus.
- Järvis, T. (2011a). Veterinaarparasitoloogia 3: algloomatõved. Tartu Ülikooli Kirjandus.
- Järvis, T. (2011d). Veterinaarparasitoloogia 5: ümarussõõved, kidakärssõõved, kaanid, keelussid. Tartu Ülikooli Kirjandus.
- Jelinek, T., Maiwald, H., Nothdurft, H., & Löscher, T. (1994). Cutaneous larva migrans in travelers: Synopsis of histories, symptoms, and treatment of 98 patients. *Clinical Infectious Diseases*, 19: 1062–1066.
- Jensen, S., Aars, J., Lydersen, C., Kovacs, K., & Åsbakk, K. (2010). The prevalence of *Toxoplasma gondii* in polar bears and their marine mammal prey: Evidence for a marine transmission pathway? *Polar Biology*, 33: 599–606.
- Johnson, D., Larter, N. C., Elkin, B., & Allaire, D. G. (2013). An opportunistic parasitological and serological examination of nuisance black bears in the Dehcho region of the Northwest Territories. Department of Environment and Natural Resources, Government of the Northwest.
- Kärssin, A., Häkkinen, L., Vilem, A., Jokelainen, P., & Lassen, B. (2021). *Trichinella* spp. in wild boars (*Sus scrofa*), brown bears (*Ursus arctos*), eurasian lynxes (*Lynx lynx*) and badgers (*Meles meles*) in Estonia, 2007–2014. *Animals*, 11: 183.
- Khan, A., Shaik, J. S., Sikorski, P., Dubey, J. P., & Grigg, M. E. (2020). Neosporosis: An overview of its molecular epidemiology and pathogenesis. *Engineering*, 6: 10–19.
- Kirk, C. M., Amstrup, S., Swor, R., Holcomb, D., & O'Hara, T. M. (2010). Morbillivirus and *Toxoplasma* exposure and association with hematological parameters for southern Beaufort Sea polar bears: Potential response to infectious agents in a sentinel species. *EcoHealth*, 7: 321–331.

- Konyaev, S. V., Nakao, M., Ito, A., & Lavikainen, A. (2017). History of *Taenia saginata* tapeworms in northern Russia. *Emerging Infectious Diseases*, 23(12), 2030.
- Kubo, M., Uni, S., Agatsuma, T., Nagataki, M., Panciera, R. J., Tsubota, T., Nakamura, S., Sakai, H., Masegi, T., & Yanai, T. (2008). Hepatozoon ursi n. sp.(Apicomplexa: Hepatozoidae) in Japanese black bear (*Ursus thibetanus japonicus*). *Parasitology International*, 57: 287–294.
- Kuchta, R., Brabec, J., Kubáčková, P., & Scholz, T. (2013). Tapeworm *Diphyllobothrium dendriticum* (Cestoda)—Neglected or emerging human parasite? *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7(12), e2535.
- Kurnosova, O. P., Khrustalev, A. V., Illarionova, N. A., & Odoevskaya, I. M. (2017). A survey of helminths of polar bears in the Russian Arctic. *Czech Polar Reports*, 7: 164–168.
- Kváč, M., Myšková, E., Holubová, N., Kellnerová, K., Kicia, M., Rajský, D., McEvoy, J., Feng, Y., Hanzal, V., & Sak, B. (2021). Occurrence and genetic diversity of *Cryptosporidium* spp. in wild foxes, wolves, jackals, and bears in central Europe. *Folia Parasitologica*, 68: 1–8.
- Larter, N. C., Forbes, L. B., Elkin, B. T., & Allaire, D. G. (2011). Prevalence of *Trichinella* spp. in black bears, grizzly bears, and wolves in the Dehcho Region, Northwest Territories, Canada, including the first report of *T. nativa* in a grizzly bear from Canada. *Journal of Wildlife Diseases*, 47: 745–749.
- Lassen, B., Janson, M., Viltrop, A., Neare, K., Hütt, P., Golovljova, I., Tummeleht, L., & Jokelainen, P. (2016). Serological evidence of exposure to globally relevant zoonotic parasites in the Estonian population. *PLoS One*, 11(10), e0164142.

- Lavikainen, A., Haukisalmi, V., Lehtinen, M. J., Henttonen, H., Oksanen, A., & Meri, S. (2008). A phylogeny of members of the family Taeniidae based on the mitochondrial *cox1* and *nad1* gene data. *Parasitology*, 135: 1457–1467.
- Lavikainen, A., Laaksonen, S., Beckmen, K., Oksanen, A., Isomursu, M., & Meri, S. (2011). Molecular identification of *Taenia* spp. In wolves (*Canis lupus*), brown bears (*Ursus arctos*) and cervids from North Europe and Alaska. *Parasitology International*, 60: 289–295.
- Lee, L. K., McGregor, G. F., Haman, K. H., Raverty, S., Grigg, M. E., Shapiro, K., Schwantje, H., Schofer, D., Lee, M. J., Himsworth, C. G., & others. (2021). Investigation of *sarcocystis* spp. Infection in free-ranging american black bears (*Ursus americanus*) and grizzly bears (*Ursus arctos horribilis*) in British Columbia, Canada. *The Journal of Wildlife Diseases*, 57: 856–864.
- Likhanskaya, E. I. (2012). *Cryptosporidium* and Their Role in Human Pathology. *Epidemiologiya i Vaktsinoprofilaktika*, 5: 34–40.
- Lindsay, D. S., Collins, M. V., Mitchell, S. M., Wetch, C. N., Rosypal, A. C., Flick, G. J., Zajac, A. M., Lindquist, A., & Dubey, J. P. (2004). Survival of *Toxoplasma gondii* oocysts in Eastern oysters (*Crassostrea virginica*). *Journal of Parasitology*, 90: 1054–1057.
- Masatani, T., Kojima, I., Tashiro, M., Yamauchi, K., Fukui, D., Ichikawa-Seki, M., & Harasawa, R. (2021). Molecular detection of filarial nematode parasites in Japanese black bears (*Ursus thibetanus japonicus*) from Iwate Prefecture, Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*, 83(2), 208–213.
- Mata, A. P., Pérez, H. G., & Parra, J. G. (2016). Morphological molecular description of *Baylisascaris venezuelensis*, n. sp. From a natural infection in the South American

- spectacled bear *Tremarctos ornatus* Cuvier, 1825 in Venezuela. *Neotrop Helminthol*, 10: 85–103.
- Matsubayashi, M., Abe, N., Takami, K., Kimata, I., Iseki, M., Nakanishi, T., Tani, H., Sasai, K., & Baba, E. (2004). First record of *Cryptosporidium* infection in a raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides viverrinus*). *Veterinary Parasitology*, 120: 171–175.
- Michalski, M. L., Bain, O., Fischer, K., Fischer, P. U., Kumar, S., & Foster, J. M. (2010). Identification and phylogenetic analysis of *Dirofilaria ursi* (Nematoda: Filarioidea) from Wisconsin black bears (*Ursus americanus*) and its *Wolbachia* endosymbiont. *Journal of Parasitology*, 96: 412–419.
- Miller, S., & Chiu, C. Y. (2024). Principles of diagnostic virology and virus discovery. In *Molecular Medical Microbiology* (pp. 2595–2604). Elsevier.
- Morozov, E., & Kuznetsova, K. Y. (2014). Molecular diagnosis of parasitic disease. *Infectious Diseases*, 1: 36–38.
- Moustafa, M. A. M., Sasaki, A., Shimozuru, M., Nakao, R., Sashika, M., Yamazaki, K., Koike, S., Tanaka, J., Tamatani, H., Yamanaka, M., & others. (2020). Molecular detection of apicomplexan protozoa in Hokkaido brown bears (*Ursus arctos yesoensis*) and Japanese black bears (*Ursus thibetanus japonicus*). *Parasitology Research*, 119: 3739–3753.
- Murakami, M., Tokiwa, T., Sugiyama, H., Shiroyama, M., Morishima, Y., Watanabe, S., Sasamori, T., Kondo, M., Mano, T., & Tsuruga, H. (2023). *Trichinella* T9 in wild bears in Japan: Prevalence, species/genotype identification, and public health implications. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 21: 264–268.

- Murrell, K. D., & Pozio, E. (2011). Worldwide occurrence and impact of human trichinellosis, 1986–2009. *Emerging Infectious Diseases*, 17: 2194.
- Mykityuk, V. (2003). Nesporez zhivotnykh. *Byulleten' Nauchnykh Rabot: Spetsial'nyy Vypusk, Posvyashchenny 25-Letiya Fa-Kulteta Veterinarnoy Meditsiny*, 54–55.
- Naidenko, S., Ivanov, E., Mordvintsev, I., Platonov, N., Ershov, R., & Rozhnov, V. (2013). Seropositivity for different pathogens in polar bears (*Ursus maritimus*) from Barents Sea Islands. *Biology Bulletin*, 40: 779–782.
- Ndao, M. (2009). Diagnosis of parasitic diseases: Old and new approaches. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2009.
- Neghina, R., Moldovan, R., Marincu, I., Calma, C. L., & Neghina, A. M. (2012). The roots of evil: The amazing history of trichinellosis and *Trichinella* parasites. *Parasitology Research*, 110: 503–508.
- Nezami, R., Blanchard, J., & Godoy, P. (2023). The canine hookworm *Ancylostoma caninum*: A novel threat for anthelmintic resistance in Canada. *The Canadian Veterinary Journal*, 64: 372–378.
- Nicorescu, I. M. D., Ionita, M., Ciupescu, L., Buzatu, C. V., Tanasuica, R., & Mitrea, I. L. (2015). New insights into the molecular epidemiology of *Trichinella* infection in domestic pigs, wild boars, and bears in Romania. *Veterinary Parasitology*, 212: 257–261.
- Nizhelskaya, E. (2020). Dynamics of the morphological parameters of blood in dogs with canine hookworm dermatitis (uncinariasis). *International Research Journal*, 2020 (12102).

- Okello, A., & Thomas, L. (n.d.). Human taeniasis: Current insights into prevention and management strategies in endemic countries. *Risk Manag Healthc Policy*. 2017; 10: 107-116. Published 2017 Jun 1. PMID: 28615981.
- Okello, A., & Thomas, L. (2017). Human taeniasis: Current insights into prevention and management strategies in endemic countries. *Risk Management and Healthcare Policy*, 10: 107-116.
- Oksanen, A., Åsbakk, K., Prestrud, K., Aars, J., Derocher, A., Tryland, M., Wiig, Ø., Dubey, J., Sonne, C., Dietz, R., & others. (2009). Prevalence of antibodies against *Toxoplasma gondii* in polar bears (*Ursus maritimus*) from Svalbard and East Greenland. *Journal of Parasitology*, 95: 89–94.
- Oksanen, A., Kärssin, A., Berg, R. P., Koch, A., Jokelainen, P., Sharma, R., Jenkins, E., & Loginova, O. (2022). Epidemiology of *Trichinella* in the Arctic and subarctic: A review. *Food and Waterborne Parasitology*, 28, e00167.
- Olsen, A., van Lieshout, L., Marti, H., Polderman, T., Polman, K., Steinmann, P., Stothard, R., Thybo, S., Verweij, J. J., & Magnussen, P. (2009). Strongyloidiasis—the most neglected of the neglected tropical diseases? *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 103: 967–972.
- Omeragić, J., Kapo, N., Softić, A., Škapur, V., Goletić, Š., Alić, A., & Goletić, T. (2023). Parasites in wildlife in Federation of Bosnia and Herzegovina.
- Orosová, T., Goldová, M., Ciberej, J., & Štrkolcová, G. (2016). Parasitofauna of brown bear (*Ursus arctos*) in the protected landscape area CHKO—Pol'ana. *Folia Veterinaria*, 60: 20–24.
- Overgaaauw, P. A., & van Knapen, F. (2000). *Dogs and nematode zoonoses*. CABI Publishing Oxon, New York.

- Owsiacki, R., Buhler, K. J., Sharma, R., Branigan, M., Fenton, H., Tomaselli, M., Kafle, P., Lobanov, V. A., Bouchard, É., & Jenkins, E. (2020). *Trichinella nativa* and *Trichinella T6* in arctic foxes (*Vulpes lagopus*) from northern Canada. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 13: 269–274.
- Panova, O. A., Khrustalev, A. V., Kurnosova, O. P., Seryodkin, I., & Kalinkin, Y. N. (2018). Parasitological examination of bears in the North-East of Altai Mountains and the Middle Sikhote-Alin. *Teoriya i Praktika Bor'by s Parazitarnymi Boleznyami.*, 19: 374–377.
- Panova, O. A., Kurnosova, O. P., Khrustalev, A. V., & Arisov, M. V. (2023). Methods of coprological diagnostics of animal parasitoses.
- Paoletti, B., Iorio, R., Traversa, D., Di Francesco, C. E., Gentile, L., Angelucci, S., Amicucci, C., Bartolini, R., Marangi, M., & Di Cesare, A. (2017). Helminth infections in faecal samples of Apennine wolf (*Canis lupus italicus*) and Marsican brown bear (*Ursus arctos marsicanus*) in two protected national parks of central Italy. *Annals of Parasitology*, 63: 205–212.
- Papini, R., & Cardini, G. (1997). Effects of temperature on viability and infectivity of *Baylisascaris transfuga* eggs.
- Papini, R., & Casarosa, L. (1994). A report on the pathology of *Baylisascaris transfuga* (Ascarididae: Nematoda) for mice.
- Paziewska, A., Bednarska, M., Niewegłowski, H., Karbowski, G., & Bajer, A. (2007). Distribution of *Cryptosporidium* and *Giardia* spp. In selected species of protected and game mammals from North-Eastern Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 14.

- Pilfold, N. W., Richardson, E. S., Ellis, J., Jenkins, E., Scandrett, W. B., Hernández-Ortiz, A., Buhler, K., McGeachy, D., Al-Adhami, B., Konecsni, K., & others. (2021). Long-term increases in pathogen seroprevalence in polar bears (*Ursus maritimus*) influenced by climate change. *Global Change Biology*, 27: 4481–4497.
- Pozio, E. (2016). Adaptation of *Trichinella* spp. For survival in cold climates. *Food and Waterborne Parasitology*, 4, 4–12.
- Pozio, E., Nöckler, K., Hoffman, L., & Voigt, W. (2000). Autochthonous and imported *Trichinella* isolates in Germany. *Veterinary Parasitology*, 87: 157–161.
- Pozio, E., & Zarlenga, D. S. (2013). New pieces of the *Trichinella* puzzle. *International Journal for Parasitology*, 43: 983–997.
- Prakashbabu, B. C., Thenmozhi, V., Limon, G., Kundu, K., Kumar, S., Garg, R., Clark, E., Rao, A. S., Raj, D., Raman, M., & others. (2017). *Eimeria* species occurrence varies between geographic regions and poultry production systems and may influence parasite genetic diversity. *Veterinary Parasitology*, 233: 62–72.
- Putchkovsky, S. V. (2021). *Brown Bear in Russia: Population management*.
- Quílez, J., Torres, E., Chalmers, R. M., Hadfield, S. J., Del Cacho, E., & Sánchez-Acedo, C. (2008). *Cryptosporidium* genotypes and subtypes in lambs and goat kids in Spain. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(19), 6026–6031.
- Quintero, L. R., Pulido-Villamarín, A., Parra-Romero, Á., Castañeda-Salazar, R., Pérez-Torres, J., & Vela-Vargas, I. M. (2023). Andean bear gastrointestinal parasites in Chingaza Massif, Colombia. *Ursus*, 2023(34e4), 1–10.
- Rah, H., Chomel, B., Kasten, R., Hew, C., Farver, T., Follmann, E., Garner, G., & Amstrup, S. C. (2005). Serosurvey of selected zoonotic agents in polar bears (*Ursus maritimus*). *Veterinary Record*, 156: 7–13.

- Rahman, M. T., Sobur, M. A., Islam, M. S., Ievy, S., Hossain, M. J., El Zowalaty, M. E., Rahman, A. T., & Ashour, H. M. (2020). Zoonotic diseases: Etiology, impact, and control. *Microorganisms*, 8: 1405.
- Ranjan, K., Minakshi, P., & Prasad, G. (2015). Application of molecular and serological diagnostics in veterinary parasitology. *J Adv Parasitol*, 2: 80–99.
- Ravaszova, P., Halanova, M., Goldova, M., Valencakova, A., Malcekova, B., Hurníková, Z., & Halan, M. (2012). Occurrence of *Cryptosporidium* spp. In red foxes and brown bear in the Slovak Republic. *Parasitology Research*, 110: 469–471.
- Reiling, S., & Dixon, B. (2019). *Toxoplasma gondii*: From the Amazon to the Arctic.
- Remes, N., Kärssin, A., Must, K., Tagel, M., Lassen, B., & Jokelainen, P. (2018). Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in free-ranging wild boars hunted for human consumption in Estonia. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 11, 6–11.
- Rogers, L. L., & Rogers, S. M. (1976). Parasites of bears: A review. *Bears: Their Biology and Management*, 3: 411–430.
- Rostami, A., Riahi, S., Gamble, H., Fakhri, Y., Shiadeh, M. N., Danesh, M., Behniafar, H., Paktinat, S., Foroutan, M., Mokdad, A., & others. (2020). Global prevalence of latent toxoplasmosis in pregnant women: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Microbiology and Infection*, 26: 673–683.
- Ruenchit, P., Reamtong, O., Khowawisetsut, L., Adisakwattana, P., Chulanetra, M., Kulkeaw, K., & Chaicumpa, W. (2022). Peptide of *Trichinella spiralis* Infective Larval Extract That Harnesses Growth of Human Hepatoma Cells. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 12: 882608.

- Ryan, U., & Hijjawi, N. (2015). New developments in *Cryptosporidium* research. *International Journal for Parasitology*, 45: 367–373.
- Sapp, S. G., Gupta, P., Martin, M. K., Murray, M. H., Niedringhaus, K. D., Pfaff, M. A., & Yabsley, M. J. (2017). Beyond the raccoon roundworm: The natural history of non-raccoon *Baylisascaris* species in the New World. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 6: 85–99.
- Sarkari, B., Abdolahi Khabisi, S., & others. (2015). Severe congenital toxoplasmosis: A case report and strain characterization. *Case Reports in Infectious Diseases*, 2015.
- Sato, H., Une, Y., Kawakami, S., Saito, E., Kamiya, H., Akao, N., & Furuoka, H. (2005). Fatal *Baylisascaris larva migrans* in a colony of Japanese macaques kept by a safari-style zoo in Japan. *Journal of Parasitology*, 91: 716–719.
- Schaul, J. (2006). *Baylisascaris transfuga* in captive and free-ranging populations of bears (Family: Ursidae) [PhD Thesis]. The Ohio State University.
- Schellenberg, R. S., Tan, B. J., Irvine, J. D., Stockdale, D. R., Gajadhar, A. A., Serhir, B., Botha, J., Armstrong, C. A., Woods, S. A., Blondeau, J. M., & others. (2003). An outbreak of trichinellosis due to consumption of bear meat infected with *Trichinella nativa* in 2 northern Saskatchewan communities. *The Journal of Infectious Diseases*, 188: 835–843.
- Scholz, T., Garcia, H. H., Kuchta, R., & Wicht, B. (2009). Update on the human broad tapeworm (genus *Diphyllobothrium*), including clinical relevance. *Clinical Microbiology Reviews*, 22: 146–160.
- Scholz, T., Kuchta, R., & Brabec, J. (2019). Broad tapeworms (*Diphyllobothriidae*), parasites of wildlife and humans: Recent progress and future challenges. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 9: 359–369.

- Scimeca, R. C., Perez, E., Fairbanks, W. S., Ammar, S., Su, C., Gerhold, R. W., & Reichard, M. V. (2020). Seroprevalence, DNA isolation, and genetic characterization of *Toxoplasma gondii* from black bear (*Ursus americanus*) sera collected in Eastern Oklahoma. *Parasitology Research*, 119: 1109–1115.
- Seryodkin, I. V. (2015). Trichinosis of brown bear and Asiatic black bear in the Russian Far East. *Bulletin of KrasGAU*, 12: 167–173.
- Seryodkin, I. V., Kurnosova, O. P., Khrustalev, A. V., Esaulova, N. V., Varlamova, A. I., & Odoevskaya, I. M. (2023). Helminth zoonoses of wild carnivore mammals in the Primorsky Krai of the Russian Far East. *Российский Паразитологический Журнал*, 17: 443–452.
- Seryodkin, I. V., Odoevskaya, I. M., Konyaev, S. V., & Spiridonov, S. E. (2020). *Trichinella* infection of wild carnivores in Primorsky Krai, Russian Far East. *Nature Conservation Research. Zapovednaya Nauka*, 5(S2): 31–40.
- Shan, H., Wei, C., Zhang, J., He, M., & Zhang, Z. (2023). Case Report: Severe Diarrhea Caused by *Cryptosporidium* Diagnosed by Metagenome Next-Generation Sequencing in Blood. *Infection and Drug Resistance*, 5777–5782.
- Shaw, M., Kolba, N., & Huffman, J. E. (2015). *Babesia* spp. In *Ursus americanus* (black bear) in New Jersey. *Northeastern Naturalist*, 22: 451–458.
- Sheikh, M. M., Fazili, M. F., Tak, H., & Bhat, B. A. (2017). Parasitic prevalence in Himalayan black bear (*Ursus thibetanus*) in Kashmir Himalayas. *Int J Vet Sci Anim Husb*, 2: 10–12.
- Sheikh, M. M., Tak, H., Fazili, M. F., Bhat, B. A., & Wani, I. N. (2018). *Baylisascaris transfuga*: A parasite with zoonotic potential. *International Journal of Advanced Scientific Research and Management*, 3: 174–180.

- Simón, F., Siles-Lucas, M., Morchón, R., González-Miguel, J., Mellado, I., Carretón, E., & Montoya-Alonso, J. A. (2012). Human and animal dirofilariasis: The emergence of a zoonotic mosaic. *Clinical Microbiology Reviews*, 25: 507–544.
- Skinner, D., Mitcham, J. R., Starkey, L. A., Noden, B. H., Fairbanks, W. S., & Little, S. E. (2017). Prevalence of *Babesia* spp., *Ehrlichia* spp., and tick infestations in Oklahoma black bears (*Ursus americanus*). *Journal of Wildlife Diseases*, 53: 781–787.
- Skírnisson, K., & Jouet, D. (2023). Parasites of five vagrant polar bears (*Ursus maritimus*) swimming to Iceland during 2008 to 2016.
- Šlapeta, J. (2013). Cryptosporidiosis and *Cryptosporidium* species in animals and humans: A thirty colour rainbow? *International Journal for Parasitology*, 43: 957–970.
- Slatko, B. E., Gardner, A. F., & Ausubel, F. M. (2018). Overview of next-generation sequencing technologies. *Current Protocols in Molecular Biology*, 122(1), e59.
- Solovyeva, I., Bondarenko, G., Truchina, T., Ivanov, D., Makeeva, L., & Lyalina, O. (2016). Sources of human infection by *Trichinella* in the Amur Region. *Teoriya i Praktika Bor'by s Parazitarnymi Boleznymi*, 17: 450–451.
- Starkov, V. (2011). *Zoologiya bespozvonochnykh. Podtsarstvo Odnokletochnye zhyvotnye, ili Prosteishie (Protozoa): Uchebnoe posobie.*
- Stefano, C., Manigandan, L., Paolo, T., & others. (2015). Morphological Variability and Molecular Identification of *Uncinaria* spp. (Nematoda: Ancylostomatidae) from Grizzly and Black Bears: New Species or Phenotypic Plasticity?
- Štrkolcová, G., Goldová, M., Šnábel, V., Špakulová, M., Orosová, T., Halán, M., & Mojžišová, J. (2018). A frequent roundworm *Baylisascaris transfuga* in

- overpopulated brown bears (*Ursus arctos*) in Slovakia: A problem worthy of attention. *Acta Parasitologica*, 63: 167–174.
- Su, C., Evans, D., Cole, R., Kissinger, J., Ajioka, J., & Sibley, L. (2003). Recent expansion of *Toxoplasma* through enhanced oral transmission. *Science*, 299: 414–416.
- Taila, A. K., Hingwe, A. S., & Johnson, L. E. (2011). Toxoplasmosis in a patient who was immunocompetent: A case report. *Journal of Medical Case Reports*, 5: 1–3.
- Tenter, A. M., Heckeroth, A. R., & Weiss, L. M. (2000). *Toxoplasma gondii*: From animals to humans. *International Journal for Parasitology*, 30: 1217–1258.
- Thawornkuno, C., Nogrado, K., Adisakwattana, P., Thiangtrongjit, T., & Reamtong, O. (2022). Identification and profiling of *Trichinella spiralis* circulating antigens and proteins in sera of mice with trichinellosis. *Plos One*, 17(3), e0265013.
- Todd, E. (2014). Foodborne diseases: Overview of biological hazards and foodborne diseases. *Encyclopedia of Food Safety*, 221.
- Tołkacz, K., Kretschmer, M., Nowak, S., Mysłajek, R. W., Alsarraf, M., Węzyk, D., & Bajer, A. (2023). The first report on *Hepatozoon canis* in dogs and wolves in Poland: Clinical and epidemiological features. *Parasites & Vectors*, 16: 313.
- Vannier, E., & Krause, P. J. (2020). Babesiosis. *Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Diseases*, 799–802.
- Wang, Sun, Y., Zhou, H.-H., Lu, G., Qi, M., Liu, W.-S., & Zhao, W. (2020). Prevalence and genotypic identification of *Cryptosporidium* spp. And *Enterocytozoon bieneusi* in captive Asiatic black bears (*Ursus thibetanus*) in Heilongjiang and Fujian provinces of China. *BMC Veterinary Research*, 16: 1–7.

- Widerström, M., Schönning, C., Lilja, M., Lebbad, M., Ljung, T., Allestam, G., Ferm, M., Björkholm, B., Hansen, A., Hiltula, J., & others. (2014). Large outbreak of *Cryptosporidium hominis* infection transmitted through the public water supply, Sweden. *Emerging Infectious Diseases*, 20: 581.
- Xiao, L. (2010). Ghodeif,. *Experimental Parasitology*, 124(1), 80–89.
- Xiao, L., Limor, J. R., Sulaiman, I. M., Duncan, R. B., & Lal, A. A. (2000). Molecular characterization of a *Cryptosporidium* isolate from a black bear. *Journal of Parasitology*, 86: 1166–1170.
- Xie, Y., Hoberg, E. P., Yang, Z., Urban, J. F., & Yang, G. (2017). *Ancylostoma ailuropodae* n. Sp.(Nematoda: Ancylostomatidae), a new hookworm parasite isolated from wild giant pandas in Southwest China. *Parasites & Vectors*, 10: 1–18.
- Xie, Y., Zhang, Z., Wang, C., Lan, J., Li, Y., Chen, Z., Fu, Y., Nie, H., Yan, N., Gu, X., & others. (2011). Complete mitochondrial genomes of *Baylisascaris schroederi*, *Baylisascaris ailuri* and *Baylisascaris transfuga* from giant panda, red panda and polar bear. *Gene*, 482: 59–67.
- Yamada, M., Shishito, N., Nozawa, Y., Uni, S., Nishioka, K., & Nakaya, T. (2017). A combined human case of *Dirofilaria ursi* infection in dorsal subcutaneous tissue and *Anisakis simplex sensu stricto* (ss) infection in ventral subcutaneous tissue. *Tropical Medicine and Health*, 45: 1–6.
- Yatushevich, A., Karasev, N., Stasyukevich, S., & Patafeev, V. (2011). *Praktikum po parazitologii i invazionnym boleznym zivotnykh.*
- Yu, J. H., Durrant, K. L., Liu, S., Carlin, E. P., Wang, C., Rodriguez, J., Bratthauer, A., Walsh, T., Valitutto, M. T., Fine, L., & others. (2019). First report of a novel

- Hepatozoon sp. In giant pandas (*Ailuropoda melanoleuca*). *EcoHealth*, 16: 338–345.
- Yue, C., Deng, Z., Qi, D., Li, Y., Bi, W., Ma, R., Yang, G., Luo, X., Hou, R., & Liu, S. (2020). First detection and molecular identification of *Babesia* sp. From the giant panda, *Ailuropoda melanoleuca*, in China. *Parasites & Vectors*, 13: 1–8.
- Zárate Rodríguez, P. T., Collazos-Escobar, L. F., & Benavides-Montaño, J. A. (2022). Endoparasites Infecting Domestic Animals and Spectacled Bears (*Tremarctos ornatus*) in the Rural High Mountains of Colombia. *Veterinary Sciences*, 9: 537.
- Zarlenga, D., Thompson, P., & Pozio, E. (2020). *Trichinella* species and genotypes. *Research in Veterinary Science*, 133: 289–296.
- Zeibig, E. (2012). *Clinical parasitology: A practical approach*. Elsevier Health Sciences.
- Zhang, L., Yang, X., Wu, H., Gu, X., Hu, Y., & Wei, F. (2011). The parasites of giant pandas: Individual-based measurement in wild animals. *Journal of Wildlife Diseases*, 47: 164–171.
- Zivojinović, M., Dobrosavljevic, I., Milosavljević, L. S., Kulisic, B., & Radojicic, S. (2015). Risk factors in domestic and wild cycles of *Trichinella* species.

Internetiallikad

Internet 1 – <https://www.iucnredlist.org/search?query=bears&searchType=species>
IUCN Red List of Threatened Species

Internet 2 – <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK536945/> StatPearls [Internet]

Internet 3 – <https://www.msdmanuals.com/professional/infectious-diseases/nematodes-roundworms/trichinosis> MSD MANUAL professional version

Internet 4 – <https://pta.agri.ee/zoonoosid> Põllumajandus- ja Toiduamet

Internet 5 – <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK546648/> StatPearls [Internet]

Internet 6 – <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7752/> National Library of Medicine

Internet 7 – <https://www.cdc.gov/dpdx/zoonotichookworm/index.html> Centers for Disease Control and Prevention

Internet 8 – <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430796/> StatPearls

Internet 9 – <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK540971/> StatPearls

Internet 10 – <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430715/> StatPearls

Internet 11 – <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448085/> StatPearls

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Emilia Lukenskaite,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Karulaste (*Ursidae*) zoonootilised siseparasiidid ning terviseriskid inimesele“, mille juhendaja on Ants Tull reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Emilia Lukenskaite

19.05.2024