Beskralježnjaci kao nametnici u kralježnjacima

Sirovica, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:361174

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

ODJEL ZA BIOLOGIJU
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Preddiplomski studij biologije

Ivan Sirovica

Beskralježnjaci kao nametnici u kralježnjacima

Završni rad

Mentor: prof. dr. sc. Jasna Vidaković

Osijek, 2017. godina

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Završni rad

Odjel za biologiju

Preddiplomski studij biologije

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Biologija

BESKRALJEŽNJACI KAO NAMETNICI U KRALJEŽNJACIMA

Rad je izrađen: 2015./2016. godine

Mentor: prof. dr. sc. Jasna Vidaković

Kratak sadržaj: Velik broj beskralježnjaka parazitira u/na kralježnjacima te tako utječe na njihovo zdravlje. Prijenosnici su, ali i uzročnici mnogih bolesti. Dijele se ne endoparazite i ektoparazite. Parazitski način života zabilježen je kod svojti Platyhelminthes, Nematoda, Annelida i Arthropoda.

Broj stranica: 28

Broj slika: 11

Broj literaturnih navoda: 22

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: beskralježnjaci, kralježnjaci, paraziti, životni ciklus, bolesti

BASIC DOCUMENTARY CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek BSc thesis

Department of Biology

Undergraduate Study of Biology

Scientific Area: Natural science

Scientific Field: Biology

INVERTEBRATES AS PARASITES IN VERTEBRATES

Thesis is performed at: 2015./2016. year

Supervisior: prof. dr. sc. Jasna Vidaković

Short abstract: Many invertebrates parasite on vertebrates and affect their health. They are carriers and they are the cause of many diseases. We distinguish endoparasites and ectoparasites. Parasites are recorded in Platyhelminthes, Nematoda, Annelida and Arthropoda.

Number of pages: 28

Number of figures: 11

Number of references: 22

Original in: Croatian

Key words: invertebrates, vertebrates, parasites, life cycle, disease

SADRŽAJ

1. UVOD……..……...…...1

1.1. Osnovna razlika između beskralježnjaka i kralježnjaka……..1

1.2. Beskralježnjaci kao paraziti…….1

2. OSNOVNI DIO……...…….....2

2.1. Povijest parazitologije čovjeka……...……...……..2

2.1.1. Uvod……...2

2.1.2. Evolucija, migracije, civilizacije, i parazitske infekcije…….....3

2.1.3. Rani pisani dokumenti……....3

2.1.4. Otkriće helminta…….....4

2.1.5. *Ascaris* i askarijaza……..5

2.1.6. Jamski zmijak i bolesti koje uzrokuje……...……..6

2.1.7. *Trichinella* i trihinoza……..7

2.1.8. *Strongyloides* i strongiloidoza…….....8

2.1.9. *Dracunculus* i dranunkuloza (mali zmaj iz Medine)…….....…….....9

2.1.10. Krvne gliste i limfatična filarijaza (elefantijaza).....10

2.1.11. *Loa* (Loiasis) očna glista, te *Onchocerca* i riječna sljepoća.....11

2.1.12. Krvni metilj i puževa groznica (shistosomoza).....12

2.1.13. Bolesti jetre i pluća uzrokovane metiljima.....14

2.1.14. Trakavice.....15

2.2. Pijavice (Hirudinomorpha) kao ektoparaziti……..……19

2.3. Grinje (Acarina) kao ektoparaziti i endoparaziti……....20

2.4. Kukci (Insecta) kao ektoparaziti i endoparaziti…….....21

3. ZAKLJUČAK……..25

4. LITERATURA…….26

1.UVOD

1.1. Osnovna razlika između beskralježnjaka i kralježnjaka

Beskralježnjaci ili Avertebrata su sve životinje bez kralježnice. Životinje s kralježnicom nazivaju se kralježnjaci ili Vertebrata. Razlike između tih dviju skupina toliko su izražajne da se zamjećuju već u samim začetcima znanstvene zoologije. Aristotel je tako životinje podijelio na dvije suprotstavljene skupine anhaima i enhaima, beskrvne i krvne životinje (Matoničkin, 1990). Kod kralježnjaka je zamijetio crvenu krv kakvu nije zapazio kod beskralježnjaka što ga je navelo na zaključak da su beskralježnjaci beskrvne životinje. Podjela životinja na beskralježnjake i kralježnjake zasnovana je na jednom kriteriju - postojanju kralježnice. Relativno malobrojni (nešto više od 40000 vrsta) kralježnjaci okarakterizirani su jedinstvenim oblikom životne organizacije (Matoničkin, 1990). Nasuprot njima beskralježnjaci koji okupljaju različite oblike životne organizacije, imaju malo obilježja koja ih međusobno povezuju pa ih je stoga teško svrstati u prirodni sustav (Matoničkin, 1990). Osnovne životne funkcije jednake su kod obje skupine te se osnove fiziologije, genetike, sistematike i ekologije mogu jednako promatrati i kod jednih i kod drugih zbog čega su beskralježnjaci čest predmet znanstvenih istraživanja (Matoničkin, 1990).

1.2. Beskralježnjaci kao paraziti

Beskralježnjaci imaju izravan utjecaj na ljudsko zdravlje, ali i na zdravlje ostalih kralježnjaka. Neki od njih su uzročnici i prijenosnici kako lakših tako i težih bolesti životinja (Matoničkin, 1990). Također neki od njih su razvili prilagodbe na parazitski način života. Parazitizam je vrsta odnosa između različitih organizama u kojemu jedan organizam (parazit), ima korist na štetu drugoga, (domadara). Parazit crpi energiju iz domadara što rezultira slabljenjem domadara, a ponekad dovede i do domadarove smrti. Redovito su manji od domadara. Parazit je specijaliziran u izboru hrane. Prema mjestu parazitiranja na domadaru paraziti se dijele na endoparazite i ektoparazite. Endoparaziti žive u domadaru u anaerobnim uvjetima, bez osjetila vida, a često i bez probavnog sustava. Ektoparaziti žive na vanjskim površinama tijela domadara. Paraziti mogu biti fakultativni, obligatni, periodični i temporarni. Fakultativni ili uvjetni paraziti žive u prirodi na organskoj tvari u raspadanju, a katkad povoljne uvjete mogu naći i u zapuštenoj rani neke druge organske vrste. Obligatni ili obvezatni paraziti su oni koji u svim svojim razvojnim stadijima žive u domadaru. Periodični

paraziti su oni koji parazitiraju samo u nekoj fazi života. Temporarni ili povremeni paraziti povremeno uzimaju hranu s drugih organizama. Parazitski način života javljaja se u različitim skupinama beskralježnjaka kao što su plošnjaci (Platodes), kukaši (Acanthocephala), oblići (Nematoda), strunaši (Nematomorpha), kolutićavci (Annelida) i člankonošci (Arthropoda). Plošnjaci (Platodes) obuhvaćaju četiri razreda od kojih su tri nametnici: jednorodni metilji (Monogenea), metilji (Trematoda) i trakavice (Cestoda) (Habdija i sur., 2011). Kukaši (Acanthocephala) su blastocelomatične životinje i obligatni crijevni nametnici kralježnjaka, posebice slatkovodnih riba koštunjača (Habdija i sur., 2011). Oblići su blastocelomatične životinje koje žive kao nametnici. Strunaši (Nematomorpha) su blastocelomatične životinje čije je tijelo oblikovano poput strune. Odrasle životinje su slobodne, dok su njihove ličinke nametnici člankonožaca, a vrlo rijetko ljudi (Habdija i sur., 2011). Kolutičavci (Annelida) su životinje sa slobodnim načinom života osim podrazreda pijavica. Člankonošci (Arthropoda) su najbrojnija i najrasprostranjenija skupina životinja i pripada im više od ¾ životinjskog svijeta. Uglavnom žive slobodno no neki od njih su i nametnici. Kao nametnici javljaju se grinje, red Acarina koji se nalazi unutar razreda Arachnida. Unutar razreda Insecta potkoljena Hexapoda postoje različite vrste kukaca nametnika (Habdija i sur., 2011).

2. OSNOVNI DIO

2.1. Povijest parazitologije čovjeka (Cox, 2002).

2.1.1. Uvod

Tijekom naše relativno kratke povijesti na Zemlji ljudi su stekli nevjerojatan broj parazita, otprilike 300 vrsta crijevnih glista i preko 70 vrsta Protozoa. Mnogi od tih su rijetki i slučajni paraziti ali i dalje zadržavamo 90 relativno poznatih vrsta, od kojih mali broj uzrokuje neke od najvažnijih bolesti u svijetu, tako su neizbježno i privukle najviše pozornosti. Kako se većina ovih parazitskih bolesti pojavljuje u tropskim krajevima, polje parazitologije se znalo preklapati s poljem tropske medicine i stoga se povijest ove dvije grane isprepliće. Ipak, postoji puno više o povijesti parazita koji obitavaju unutar čovjeka i naše razumijevanje parazita i parazitskih infekcija ne možemo odvojiti od poznavanja povijesti ljudske vrste. Posebice širenje i trenutna rasprostranjenost mnogih parazita po svijetu je uvelike rezultat ljudskih aktivnosti, a pojava AIDS-a je stvorila novo poglavlje u povijesti parazitologije.

2.1.2. Evolucija, migracije, civilizacije, i parazitske infekcije

Ljudska evolucija i parazitske infekcije su išle ruku pod ruku i zahvaljujući istraživanju *Human Genome Project*, sada znamo o podrijetlu vrste *Homo sapiens* više nego ikada prije. Negdje, otprilike 150 000, godina prije sadašnjosti, *Homo sapiens* se pojavio u istočnoj Africi i raširio se po svijetu, vjerojatno u nekoliko valova, sve do prije 15 000 godina kada je na kraju ledenog doba migrirao i naselio gotovo cijelu Zemlju i sa sobom donio neke od parazite a drugima se zarazio putem. Paraziti koji inficiraju čovjeka mogu se klasificirati kao nasljeđe i „suveniri". Naslijeđeni paraziti porijeklom su naših predaka iz Afrike, a „suveniri" su paraziti koji su prešli sa životinja na čovjeka tijekom migracija i domestifikacije, te razvojem zemljoradnje. Razvojem gradova olakšao se prijenos zaraza i infekcija između ljudi, a nastajanje trgovačkih ruta dolazi i do većih širenja parazitskih infekcija. Trgovina robovima koja je trajala tri i pol stoljeća od 1500. godine donijela je nove parazite u Novi svijet iz Starog svijeta; a u novije vrijeme, širenjem HIV-a i AIDS-a te imunodepresijom koja je povezana s tim stanjima dolazi do pojave mnogih novih oportunističkih parazitskih infekcija po cijelom svijetu.

Puno saznajemo o povijesti parazitskih infekcija proučavajući arheološke artefakte, kao što je prisutnost jaja helminta unutar fosiliziranog izmeta ili prirodno i umjetno očuvanih ljudskih tijela. Iz takvih istraživanja pojavila se i nova znanost pod nazivom paleoparazitologija.

2.1.3. Rani pisani dokumenti

Prvi rani zapisi za koje je gotovo sigurno da su parazitske infekcije dolaze iz doba egipatske medicine u razdoblju od 3000 do 400 prije Krista posebno Ebersov papirus iz 1500. godine prije Krista otkriven u Tebi (Egipat). Kasnije, puno je detaljnih opisa raznih bolesti koje su potencijalno uzrokovane parazitima, posebno vrućice, pronađeni u spisima grčkih liječnika između 800 i 300 godina prije Krista, kao što su prikupljena djela Hipokrata pod nazivom *Corpus Hippocratum*, a i liječnika drugih civilizacija uključujući Kinu, Indiju, Rim i Arapsko carstvo. Kako je vrijeme odmicalo opisi infekcija postajali su sve točniji a Perzijski liječnici, posebice Rhazes (AD 850-923) i Avicenna (AD 980-1037) napisali su važna medicinska djela koja sadrže veliku količinu informacija o bolestima koje su sigurno uzrokovane parazitima.

U Europi, Srednji vijek su karakterizirala religiozna vjerovanja i praznovjerje koja usporavaju napredak medicine sve do pojave Renesanse u kojoj dolazi do važnih otkrića koja su obilježila kraj 19. stoljeća te početak 20. stoljeća. U ova otkrića spada rušenje teorije o abiogenezi, teorija evolucije bakterija Louisa Pasteura, dokaz Pasteura da bolest može biti uzrokovana bakterijom, otkriće virusa od strane Pierre-Paula Emila Rouxa, metode Roberta Kocha u sprječavanju bolesti uzrokovanih mikroorganizmima, te Patrick Mansonovo otkriće vektora u prijenosu parazita. Veliki umovi ovog perioda došli su do raznih otkrića u mnogim granama znanosti i njihove ideje međusobno su ih nadahnjivale. Imena kao što su Pasteur, Koch, Roux, i Manson ponovno se pojavljuju tijekom velikog dijela povijesti parazitologije i mikrobiologije.

2.1.4. Otkriće helminta[1]

Zbog veličine nekih helminta kao što je oblić *Ascaris i* trakavice gotovo je sigurno da su neki od naših najranijih predaka znali za takve parazite. Postoje neki dokazi za ovu pretpostavku koja se temelji na suvremenim istraživanjima primitivnih plemena u Sarawaku i sjevernom Borneu gdje je Hoeppli 1959. otkrio da većina stanovništva zna za crijevne parazite i trakavice (Hoeppli, 1956.). Neki povjesničari su identificirali poveznice između helminta i bolesti koje oni uzrokuju čak i u Bibliji, ali relevantni odlomci se mogu tumačiti na različite načine. Ebersov papirus (Egipat) se odnosi na crijevne parazite i ti podaci se mogu potvrditi otkrićem kalcificiranih jaja helminta pronađenih u mumijama koje datiraju 1200 godina prije Krista. Grci a posebice Hipokrat (460-375. pr.K.), znali su za crvolike parazite u ribama, domaćim životinjama i ljudima. Rimski liječnici, Celzo (25. pr.K.-50 AD) i Galen (AD 129-200) bili su upoznati sa oblićima kao što je *Ascaris lumbricoides* i *Enterobius vermicularis* te trakavicama iz roda *Taenia*. Nešto kasnije Paulus Aegineta (AD 625-690) je opisao vrste *Ascaris*, *Enterobius* i trakavice te dao detaljan opis infekcija koje uzrokuju. Perzijski liječnici, posebice Avicenna osim vrsta *Ascaris* i *Enterobius* te trakavica prepoznao je vrstu mali zmaj iz Medine *Dracunculus medinensis*, koji je kroz 1000 godina zabilježen u dijelovima Arapskog svijeta, najviše oko Crvenog mora.

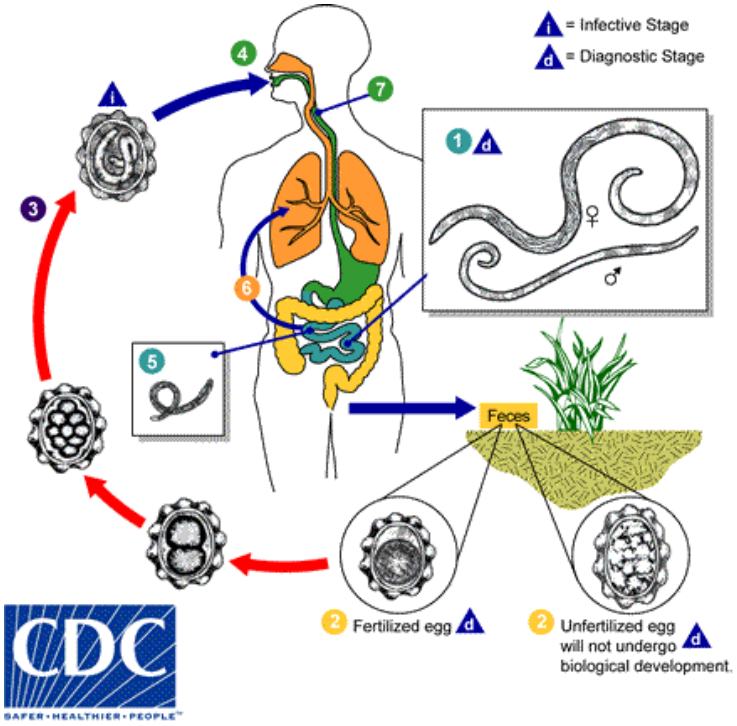
[1] Auer i Aspöck (2014): „Helmint“ je tradicionalno i umjetno zasnovan termin koji objedinjuje nekoliko vrlo različitih grupa višestaničnih parazita: Turbellaria, Trematoda (metilji), Cestoda (trakavice), Nematoda (oblići), Nematomorpha (strunaši), i Acanthocephala (kukaši). Helminti koji su od velike važnosti gledano s medicinske strane, uglavnom su pronađeni unutar grupa trematoda, cestoda i nematoda. Ukupno, više od 340 vrsta helminta je do sada opisano kao paraziti koji žive u tijelu čovjeka.

Medicinska literatura Srednjeg vijeka je jako oskudna. Ali postoje podaci koji upućuju na crvolike parazite. U nekim slučajevima smatralo se za njih da su mogući uzrok bolesti, ali općenito zapisi tog perioda su odraz kulture, vjerovanja te neznanja tog vremena. Znanost helmintologije procvjetala je u 17. i 18. stoljeću ponovnom pojavom istraživanja i napretkom znanosti u Renesansi. Carl Linné je opisao i imenovao šest helminta (fusnota str. 4) *Ascaris lumbricoides, Ascaris vermicularis, Gordius medinensis, Fasciola hepatica, Taenia solium* i *Taenia lata.* Kasnije je opisano još vrsta, no tek početkom 20. stoljeća evidentirano je 28 vrsta pronađenih u ljudima, broj koji je sada narastao na 300 vrsta uključujući i slučajne i rijetke zapise. Sve i da su neki od njih sumnjivi, najmanje je 280 vrsta prepoznato u djelu Ashforda i Crewa (1988).

2.1.5. *Ascaris* i askarijaza

Vrsta *Ascaris lumbricoides* (velika dječja glista) jedna je od 6 vrsta glista koje je odredio i imenovao Linnaé i čije ime je od tada nepromijenjeno. Procjenjuje se kako je milijun ljudi zaraženo ovim parazitom. Odrasla glista živi u crijevima, a ženka stvara jaja koja se izbacuju putem izmeta, dok se ličinke unutar jajeta razvijaju u infektivni stadij u tlu. Ljudi se zaraze konzumacijom hrane kontaminirane s infektivnim jajašcima, što rezultira pojavom ličinki u crijevima. Gliste ne sazrijevaju odmah, nego migriraju po tijelu, zatim dopiru do pluća gdje se iskašljavaju, te progutaju i zatim dolazi do njihova razvoja u odrasle jedinke u crijevima. Jaja *A. lumbricoides* pronađena su u ljudskim koprolitima iz Perua (2277. pr.K.) i Brazila (1660 pr.K.). Još u Starom Svijetu postojali su zapisi o *A. lumbricoides* pronađenoj u egipatskoj mumiji (1938. do 1600. pr.K.) i Kini (vrijeme dinastije Ming). Vrlo je očigledna prisutnost ove vrste koja doseže duljinu od 15 do 35 cm i pojavljuje se u fecesu, a ponekad izlaze iz anusa. Postoje brojni opsežni zapisi koji uključuju egipatske medicinske papire, rad Hipokrata u petom stoljeću prije Krista, kineske spise iz drugog i trećeg stoljeća prije Krista, te tekstove rimskih i arapskih liječnika. Zbog navedenih brojnih zapisa začuđujuća je činjenica kako detaljna anatomija navedene vrste nije opisana sve do 17. stoljeća kada ju je opisao Edward Tyson (engleski liječnik), a nedugo zatim i Francesco Redi u svojoj knjizi *Osservazioni Intorno Agli Animali Viventi che si Trovano Negli Animali Viventi*, jednoj od prvih knjiga o parazitologiji. Ove dvije publikacije mogu se smatrati početkom pojave subdiscipline koja se naziva helmintologija, a doseže vrhunac u 19. stoljeću. Tijekom tog razdoblja pojavili su se prvi pokušaji razumijevanja infekcija uzrokovanih različitim vrstama glista, među kojima je i

vrsta *Ascaris lumbricoides*, te pronalaska odgovarajuće strategije liječenja. Tijekom tih proučavanja pojavilo se pitanje kako jajašca parazita inficiraju novog domaćina nakon napuštanja izvornog domaćina. 1862. godine Casimir Joseph Davaine (francuski medicinski znanstvenik) opisao je prijenos ingestijom jajašaca, dok je kasnije Giovanni Battista Grassi inficirao sam sebe jajašcima *A. lumbricoides* i potom ih našao u vlastitom izmetu. Životni ciklus kod ljudi, uključujući i migraciju stadija ličinke kroz tijelo otkrio je 1922 godine japnski pedijatar, Shimesu Koino koji je zarazio volontera i sebe, te shvatio što se događa pronalaskom velikog broja ličinki u svom sputumu (slika1).



Slika 1. Životni ciklus dječje gliste (*Ascaris lumbricoides*) (Web 9)

2.1.6. Jamski zmijak i bolesti koje uzrokuje

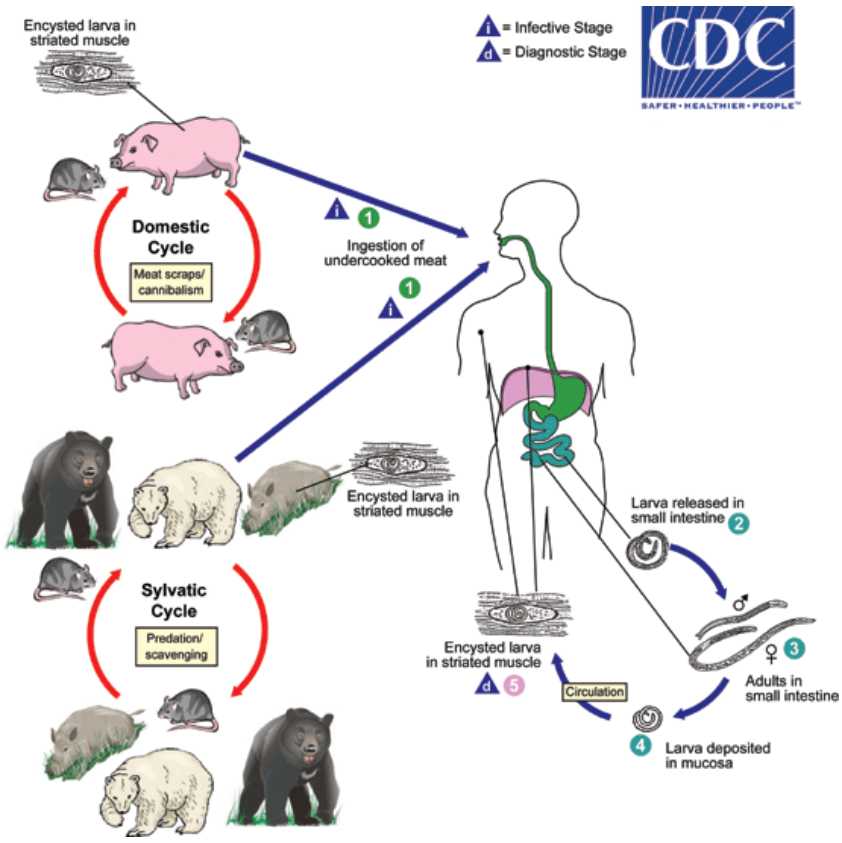
Dvije vrste strongiloida su kod ljudi nametnici: jamski zmijak i *Necator americanus*. Njihovi životni ciklusi su slični. Odrasle ženke i mužjaci žive u tankom crijevu, gdje uzrokuju masivan gubitak krvi. Jaja izlaze fecesom, te kontaminiraju tlo gdje dolazi do razvoja i presvlačenja, te nastaju ličinke koje buše kožu i ulaze u novog domaćina. Kod čovjeka, ličinke migriraju u pluća i traheje iz kojih su prije sazrijevanja u odrasli oblik progutane u tanko crijevo. Infekcije ljudi jamskim zmijkom povezane su sa Starim Svijetom prije 5000

godina. Prisutnost infekcije u predkolumbijskoj Americi žestoko je osporavana tema. Robert Desowitz (1997.) nesumljivo je smatrao kako su rudarske gliste bile prisutne prije dolaska Europljana, dok Kathleen Fuller (1997.) sugerira kako su se rudarske gliste pojavile u Americi nakon 1492. Izgleda kako paleoparazitološki dokazi podržavaju Desowitzsove ideje otkad su identificirana jaja vrste *Ancylostoma* sp. pronađena u ljudskom koprolitu koji datira iz razdoblja između 3350 i 480. godine prije Krista. Ličinke nematoda, moguće jamskog zmijka, pronađene su u fekalnim uzorcima koji datiraju iz 200. godine prije Krista s visoravni Kolorado. Klasični znakovi bolesti uzrokovane jamskim zmijkom su anemija, zelenkasto žuto bljedilo i umor. Zelenkasto žuto bljedilo koje se naziva egipatska kloroza u 19. stoljeću prvi puta je povezano s tim nametnikom, a nije zabilježeno u ranijim egipatskim papirima. Predloženo je kako zagonetno stanje *aaa* koje se pojavljuje u mnogim papirusima, uključujući Ebers papirus upućuje na oblića jamski zmijak, međutim za to nema pravih dokaza. Postoje podatci o žućkastom bljedilu i geografiji u djelima Hipokrata i Lukreciusa koji su zabilježili bljedilo kod rudara oko 50 godina prije Krista. Tijekom 18. i 19. stoljeća bio je povećan broj zapisa iz Zapadne Indije, te Južne i Srednje Amerike. Gliste je u čovjeku pronašao Angelo Dubini 1838. godine, a vezu između parazite i bolesti konačno je Wilhelm Griesinger utvrdio 1854. godine. Iako je Lucretius stvorio poveznicu između bljedila i rada u rudniku, tek 1879. godine talijanski veterinar Edoardo Perroncito utvrdio je pravu vezu dok je istraživao bolesti rudara u tunelu Sveti Gothard. Uvjeti u rudnicima omogućuju razvoj ličinki jamskog zmijka koje zahtijevaju toplinu i vlažnost. Činjenica kako ličinke ulaze u tijelo bušenjem kože nije otkrivena sve do kraja 19. stoljeća, kada je Arthur Looss slučajno zarazio sam sebe. Početkom 20. stoljeća bolest koju uzrokuje jamski zmijak je bila ozbiljan problem u Sjedinjenim Američkim Državama, toliki da je zaklada Rockefeller preuzela na sebe zadatak kontrole bolesti, što je u konačnici rezultiralo uspostavom nekoliko škola javnog zdravstva i Svjetske zdravstvene organizacije.

2.1.7. *Trichinella* i trihinoza

Trihinozu, također poznatu i kao trihineloza i trihina infekcija, uzrokuje crijevni nematoda, *Trichinella spiralis,* koja zahtijeva dva domaćina u svom životnom ciklusu. Ženke donose ličinke koje ulaze u mišiće, a novi domaćin se zarazi konzumacijom inficiranog mišića. Moguće je da je činjenica kako se ljudi inficiraju obično konzumacijom svinjskog mesa zaraženog ličinkama dovela do Islamske tradicije izbjegavanja svinjetine. Poveznica između

svinja i trihina infekcije davno je prepoznata, međutim pozicioniranje ličinki u mišiće nije bilo poznato do 1821. godine, te čak i tada nisu bile povezane sa bolestima kod čovjeka. Za otkriće kod čovjeka zaslužan je James Paget, tada student medicine u bolnici Sveti Bartolomej u Londonu, dok je konačan izvještaj dao Richard Owen koji ipak nije uspio shvatiti kako je glista u ljuskim mišićima ličinački stadij nematoda. Odrasle jedinke otkrili su Rudolf Virchow 1859. godine i Friedrich Zenker 1860. godine. Važno je istaknuti kako je Zenker prepoznao klinički značaj infekcije i zaključio da se ljudi zaraze jedući sirovu svinjetinu. Važnost tih istraživanja ne leži samo u području ljudske parazitologije, već i u općenitoj parazitologiji koja se bavi prijenosom parazita između različitih životinjskih vrsta i važnosti predator – plijen odnosa u takvom prijenosu (slika2).



Slika 2. Životni ciklus zavojite trihine (*Trichinella spiralis*) (Web 10)

2.1.8. *Strongyloides* i strongiloidoza

Čovjek je domaćin dvije vrste Strongyloides, *S.stercoralis* i *S. fuelleborni*, od kojih postoje dvije podvrste u Africi (*S. f. fuelleborni*) i Papua Novoj Gvineji (*S. f. kellyi*). Kada govorimo o bolestima ljudi najvažnija i najčešća vrsta je *S. stercoralis*. Njegov životni ciklus

kompleksniji je od ciklusa ostalih nematoda o kojima se raspravljalo, uključujući parazitske i slobodno živuće generacije. Odrasle ženke polažu jaja u tanko crijevo koja se izlegu unutar domaćina i proizvode ličinke prvog stadija koje se zatim fecesom izbacuju van, gdje se adaptiraju na slobodan život u tlu. Ovdje dolazi do razvoja infektivnih ličinki koje prodiru u kožu i prenose se kroz tijelo do pluća, te u konačnici dolaze do crijeva na isti način kao i jamski zmijak. Ponekad ličinke sazrijevaju u infektivnu fazu u fecesu, te ponovno inficiraju domaćina kroz kožu (autoinfekcija), ili ličinke mogu sazrijeti bez napuštanja crijeva i prodrijeti kroz stijenku crijeva. Nakon toga, u oba slučaja, zaraza se širi kao što je prethodno opisano. Kod imunosupresivnih pojedinaca ličinački stadiji mogu biti pronađeni unutar cijelog tijela. S. *stercoralis* također ima alternativni slobodnoživući ciklus. Vrsta *S. stercoralis* nije prepoznata sve do 1876. godine, kada je ličinke i bolest strongiloidozu otkrio Louis Alexis Normond. Normond je kasnije otkrio odrasle jedinke, ne znajući što su, te ih poslao profesoru Arthirau Rene Jean Baptiste Bavayu koji je shvatio da su to odrasli oblici ličinki pronađenih u fecesu. 1883. godine ugledni njemački parazitolog Karl Georg Friedrich Rudolf Leuckart otkrio je izmjenu generacija koje uključuju parazitsku i slobodnoživuću fazu. Činjenicu kako do infekcije dolazi kroz kožu otkrio je belgijski liječnik Paul Van Durme, čija istraživanja su se temeljila na radu spomenutog Loossa koji je pokazao da je *A. duodenale* inficirao svog domaćina na taj način. Postoji mišljene kako je Van Durme vjerojarno radio s *A. fuelleborni*, ali je točan način infekcije uspostavljen, a Looss je kasnije uspješno zarazio sam sebe stavljanjem ličinke *S. stercoralis* na svoju kožu i pronalaskom ličinki u vlastitom fecesu 64 dana kasnije. Friedrich Fullerborn, koji je radio s psima u Hamburgu opisao je fenomen autoinfekcije i otkrio kako *S. stercoralis* migrira kroz tijelo prije nego završi u crijevima. Preko pola stoljeća *S. stercoralis* nije bio u centru zanimanja sve dok detaljna istraživanja ratnih zarobljenika 1940.–ih godina na Dalekom Istoku koji su imali infekcije nisu otkrila rasprostranjenost zaraze kod imunosupresiranih pacijenata. Kasnije je otkriveno kako su strongloides infekcije bile mnogo ozbiljnije kod pacijenata zaraženih humanim T – limfotropnim virusom tip 1.

2.1.9. *Dracunculus* i dranunkuloza (mali zmaj iz Medine)

Najbolje dokumentirana parazitska bolest poznata iz najranijih vremena, nedvojbeno je uzrokovana oblićem *Dracunculus medinensis*. Odrasle jedinke žive u potkožnom vezivnom tkivu, odakle ženke izlaze kako bi oslobodile tisuće ličinki u vodu, gdje ih jedu domaćini

(ciklopodidni rakovi) u kojma sazrijevaju u infektivne ličinke, a čovjek se zarazi ukoliko popije vodu u kojoj se nalaze zaraženi rakovi. Velika ženka, veličine do 80 cm izlazi iz kože, najčešće kože noge i uzrokuje intenzivne upale i iritacije. Najraniji opisi su iz Ebers papirusa iz 1500. godine prije Krista i uključuju upute za tretiranje *aat* oticanja u udovima: one se odnose na prirodu infekcije i na tehnike uklanjanja gliste. Ova interpretacija široko je prihvaćena od strane većine parazitologa, ali postoje teškoće u tumačenju tog teksta jer riječ *aat* može jednostavno značiti oticanje. Ipak, potvrda prisutnosti ove vrste u drevnom Egiptu proizlazi iz pronalaska dobro očuvane ženke i kalcificirane jedinke u egipatskim mumijama. Dranunkuloza je jedna od rijetkih bolesti opisana u Bibliji, a većina parazitologa prihvaća da su „vatrene zmije“ koje su uzrok ostajanja Izraelaca u regiji Crvenog mora nakon egzodusa iz Egipta između 1250 i 1200. godine prije Krista zapravo bile mali zmaj iz Medine. Najutjecajnija interpretacija ovog biblijskog teksta, za koji se smatra da je napisan u osmom stoljeću, je Gottloba Friedricha Heinricha Küchenmeisterova (parazitolog, teolog i hebrejski učenjak) u knjizi iz 1855. godine prevedenoj na engleski jezik kao *Animal and Vegetable Parasites*. Budući da se u arapskoj književnosti spominje „Medina vena“, neki povjesničari sugeriraju da su arapski liječnici pomislili kako su gliste zapravo pokvarene vene?, ali većina dobro informiranih promatrača sada se slaže kako su arapski liječnici bili potpuno svjesni gliste, međutim ne i nužno stvarnog uzroka bolesti. Zanimanje za dranunkulozu ponovno se pojavilo kada su europski putnici koji su posjetili Afriku i Aziju počeli prepoznavati stanje. Georgius Hieronymus Velschius je 1674. godine inicirao znanstvene studije gliste i bolesti koju uzrokuje, a 1819. godine Carl Asmund Rudolph otkrio je odrasle ženke koje su sadržavale ličinke. D. Forbes (britanski vojni časnik koji je služio u Indiji) je 1836. godine pronašao i opisao ličinke *D. medinensis* u vodi, a tijekom nekoliko slijedećih godina parazitolozi kao što je George Busk slijedili su ideju da se čovjek zarazi kroz kožu. Cijeli životni ciklus, uključujući fazu u domaćinu raku, objasnio je Alekej Pavlovitch Fedchenko 1870. godine, dok je detaljan životni ciklus razradio indijski bakteriolog Dyneshvar Atmaran Turkhud koji je uspio dobrovoljce zaraziti s inficiranim jedinkama raka *Cyclops sp*.

2.1.10. Krvne gliste i limfatična filarijaza (elefantijaza)

Limfatična filarijaza uzrokovana je infekcijom oblićima vrsta *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* i *B. timor* koje prenose komarci. Otkriće životnog ciklusa (Patrick Manson, 1877.) smatra se jednim od najznačajnijih otkrića u tropskoj medicini. Odrasle krvne gliste

žive u potkožnom tkivu, a ličinke prelaze u krv koje komarac usiše s krvnim obrokom. Nakon razvoja u komarcu, ličinke se prenose u novog domaćina tijekom hranjenja komarca. Elefantijaza je oblik bolesti koju karakteriziraju otekline udova, grudi i genitalija. Čini se kako su ove deformacije opisane i prikazane crtežom u najranijim vremenima, ali tijekom tumačenja ranih zapisa potrebno je biti na oprezu. Limfatična filarijaza bila je karakteristična duž Nila, te iako nema zapisa, natečeni udovi kipa egipatskog faraona Mentuhotepa II. iz 2000. godine prije Krista pretpostavljaju kako je patio od elefantijaze. Grčki i rimski pisci bili su svjesni diferencijalne dijagnoze stanja i koristili su pojam „grčka elefantijaza" kako bi opisali lepru, te pojam „arapska elefantijaza" kako bi opisali limfatičnu filarijazu. Arapski liječnici bili su svjesni razlike između lepre i limfatične filarijaze. Prva konačna izvješća o bolesti počela su se pojavljivati u 16. stoljeću. Limfatična filarijaza poznata je još pod nazivom „prokletstvo sv. Tome", a tijekom posjeta Goi između 1588. i 1592. godine nizozemski istraživač Jan Hzygen Linschoten zabilježio je da su potomci onih koji su ubili sv. Tomu rođeni sa jednom od nogu ili jednim stopalom jednako debelim kao i slonova noga. Brojni su zapisi elefantijaze posebice u Africi, te Aziji uključujući Kinu gdje je Manson kasnije otkrio životni ciklus parazita. Ličinke je prvi put uočio u tekućini vodene kile francuski kirurg Jean Nicolas Demarquay (1853), te Otto Henry Wucherer u urinu 1866. Timothy Lewis, škotski liječnik potvrdio je nalaz ličinki u mokraći i krvi, te je prepoznao njihov značaj u elefantijazi. Odraslu jedinku opisao je Joseph Bancroft 1876. a u njegovu čast britanski helmintolog Thomas Spencer Cobbold nazvao ju je *Filaria bancrofti*. Detaljno objašnjenje životnog ciklusa jedan je od uspjeha Patricka Mansona. Fedchenkova opažanja potaknula su Mansonana traganje za međudomadarom, ali pronašao je ličinke mikrofilarije u krvi pasa i ljudi, te pretpostavio da se ti paraziti u krvi mogu prenositi kukcima koji sišu krv. On je hranio komarce krvlju svog vrtlara koji je imao parazite i pronašao je ličinačke stadije u komarcima. Nadalje, smatrao je kako su paraziti pobjegli iz komaraca u vodu, te da se čovjek zarazio tom kontaminiranom vodom ili penetracijom kroz kožu. Tek je 1990. utvrđen stvarni način prijenosa prisutnošću ličinki u usnim dijelovima komaraca.

2.1.11. *Loa* (Loiazis) očna glista, te *Onchocerca* i riječna sljepoća

Onhocerkozu uzrokuje vrsta *Onchocerca volvulus*, dok loiazis uzrokuje vrsta *Loa loa*. Logično je govoriti o ova dva slučaja zajedno, jer oba utječu na oči, te su privukla zanimanje ranih promatrača zainteresiranih za vid i sljepoću. Začuđujuće je kako ne postoje pouzdani

rani zapisi. Odrasla očna glista kreće se preko oka ispod spojnice (konjuktiva), što mora privući veliku pozornost kako pacijenta tako i promatrača. Smatralo se kako gravura J. i T. de Brya napravljena 1598. godine prikazuje vađenje gliste iz oka, međutim to je bilo sporno i danas se smatra kako predstavlja kaznu za neka kaznena djela, a ne oblik liječenja. Prvi stvarni zapis je zapis francuskog kirurga Mongina koji je 1770. godine opisao kako glista prelazi preko oka žene u Santo Domingu na Karibima i kako ju je neuspješno pokušao ukloniti. Francuski, brodski liječnik Francois Guyot 1778. godine primjetio je da robovi koje prevoze iz Zapadne Afrike u Ameriku pate od rekurentne oftalmije i uspješno je uklonio glistu iz oka jednog od njih. Prvi engleski zapis o uklanjanju gliste iz oka je zapis Williama Loneya iz 1848. godine. Ličinke je 1890. godine otkrio oftamolog Stephen McKenzie i poslao znantveniku Patricku Mansonu na identifikaciju koji je pretpostavljao kako bi to mogle biti ličinke oblića *Loa loa.* Infekcije tom vrstom nisu ograničene samo na oko, ponekad su tu i otekline na rukama i nogama uzrokovane migracijama gliste. Ove otekline poznate još i kao „Calabrove otekline“ prvi je zabilježio škotski oftamološki kirurg Douglas Argyll–Robertson u Nigeriji, a tek je 1910. godine Manson predložio kako bi pojava mogla biti povezana s infekcijom vrste *Loa loa*. Prijenos pomoću muhe *Chrysops* spp. utvrdio je britanski helmintolog Robert Thompson Leiper 1912. godine.

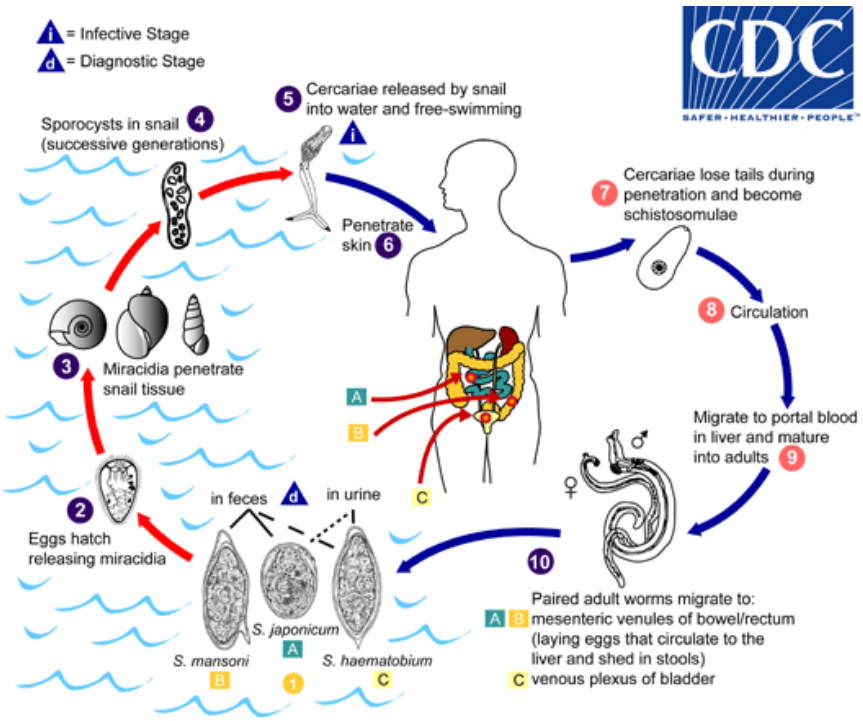
Onhocerkoza uzrokovana vrstom *Onchocerca volvulus* pronalazi se uglavnom u Africi, dijelovima Južne Amerike i arapskog poluotoka i bolest je prepoznata dolaskom istraživača na ta područja. Najvažniji simptomi su sljepoća, stanje koje bi moglo biti uzrokovano nizom uzroka, prekrivenosti ljuskicama, svrbežom, nodularnom kožom, što je bilo neuobičajeno i lokalno poznato u Zapadnoj Africi kao *kru kru* ili *craw craw*. Ličinke žive u koži i otkrio ih je irski, pomorski kirurg John O´Neil dok je ispitivao kožu zaraženih pacijenata u Gani 1874. godine. Nekoliko godina kasnije, točnije 1890. godine Patrick Manson identificirao je odrasle jedinke. Ulogu ličinki u pojavi kožnih oštećenja ustanovili su Jean Montpellier i A. Lacroix 1920. godine, a ulogu ličinki u izazivanju sljepoće razradio je Jean Hissette u tadašnjem belgijskom Kongu. *O. volvulus* prenosi pješčana muha (otkrio škotski parazitolog Breadablane Blacklock).

2.1.12. Krvni metilj i puževa groznica (shistosomoza)

Shistosomozu uzrokuje infekcija jedinkama iz roda *Schistosoma*, a najznačajnije su vrste *S. haematobium, S. mansoni* i *S. japonicum*. Odrasle jedinke žive u krvnim žilama povezanim

s crijevima ili mokraćnim mjehurom, a ženke proizvode jajašca koja izlaze fecesom ili urinom. Različiti ličinački stupnjevi, miracidiji, izlaze iz jajašaca kad dođu do vode i ulaze u posrednog domadara, puža. Nakon razdoblja umnažanja unutar puža, prelaze u slijedeći ličinački stadij (cerkarija) i to je stadij koji inficira ljude. Cerkarija prolazi kroz kožu i transformira se, te migrira kroz tijelo dok ne dođe do konačnog cilja, krvnih žila. Patološki učinci bolesti uglavnom su imunološka reakcija na jajašca koja umjesto da izađu van, ostaju u različitim tkivima. Stoga je zanimljivo kako je rod *Schistosoma* povezan s karcinomom debelog crijeva i mokraćnog mjehura. Simptom koji može privući pažnju je krv u urinu, hematurija povezana s infekcijom vrste *S.haematobium*. Nema sumnje kako je shistosomoza drevna bolest. Marc Armand Ruffer (1910. godine) pronašao je jajašca vrste *S. haematobium* u dvije egipatske mumije iz dvadesete dinastije (od 1250. do 1000. godine prije nove ere). Upravo taj nalaz smatra se početkom poddiscipline paleoparazitologije. Dakle, postoje brojni dokazi kako su postojali u drevnom Egiptu, a bilo je brojnih pokušaja da se pronađu opisi u medicinskim papirusima. Najspornija riječ je *aaa*, koja se javlja u više od 50 ranih papirusa. U nekim medicinskim papirusima *aaa* se pojavljuje zajedno s početnim hijeroglifom i sugerira penis koji ispušta ono što je protumačeno kao krv. Stvari nisu tako jednostavne jer se *aaa* iz papirusa ne povezuje s mjehurom ili urinom, dok iscjedak iz penisa može predstavljati sjeme, ne krv. O tom pitanju raspravljali su Nunn i Tapp koji napuštaju *aaa* kao moguću drevnu egipatsku riječ koja označava shistosomozu. Međutim, neobična je činjenica kako je ta bolest bila zasigurno uobičajena i široko rasprostranjena u drevnom Egiptu, a da ne postoji riječ za nju, osim ako nije bila toliko česta da su ju ignorirali. Prvi pravi zapisi su oni koji opisuju epidemiju među vojnicima Napoleonove vojske u Egiptu 1798. godine. Francuski kirurg AJ Renoult piše da se hematurija očitovala među vojnicima francuske vojske, te da je bilo izraženo neprekidno znojenje, smanjena količina urina koji je postao gust i krvav. Nakon toga postoje brojna izvješća o bolestima za koje je karakteristična hematurija. Vrstu *S. haematobium* opisali su njemački parazitolozi Theodor Bilharz i Carl Theodor Ernest von Siebold 1851. godine. Bilharz je zajedno s Wilhelmom Griesingerom uspostavio poveznicu s bolesti uro-genitalnog sustava. Iako je bilo poznato kako su drugi metilji koristili puževe kao vektore, potraga za posredničkim domaćinom u životnom ciklusu *S. haematobium* dugo je trajala. Konačno, 1915. godine Robert Leiper je prikazao cjelokupni životni ciklus u domaćinu pužu, te je utvrdio postojanje *S. mansoni* kao zasebne vrste (slika3). Treća važna vrsta je azijski oblik, *S. japonicum*. Drevnu bolest koju uzrokuje ovaj parazit ispravno je zabilježio Dairo Fujii u Japanu u okrugu Kwanami (1847. godine). Pronašao je ljude, stoku i konje s trbušnim oteklinama i ozbiljnim osipom na nogama, međutim nije znao uzrok. Kada

su njegovi zapisi postali dostupni, drugi japanski istraživač imena Tokuho Majima pronašao je jajašca u pacijentu koji je bolovao od Katayama bolesti i povezao patološke promjene s prisutnošću jajašaca. Razvoj vrste u pužu domaćinu opisali su Keinosuke Miyairi i M. Suzuki 1913. godine, odnosno dvije godine prije nego je Leiper samostalno opisao životni ciklus vrste *S.haematobium*. U 20. stoljeću otkrivene su još dvije vrste, *S. intercalatum* i *S. mekongi*.



Slika 3. Životni ciklus krvnog metilja (*Schistosoma mansoni*) (Web 5)

2.1.13. Bolesti jetre i pluća uzrokovane metiljima

Više od 100 vrsta metilja inficiraju čovjeka, bilo u odraslom ili ličinačkom stadiju, a ovdje su razmotrene samo najvažnije. To su *Paragonimus westermani* (plućni trematoda koji uzrokuje paragonimijazu), *Clonorchis sinensis* (jetreni trematoda koji uzrokuje klonorhijazu) i *Opisthorchis spp*. (koji uzrokuje opistorhijazu). Gotovo sva otkrića o tim parazitima nastala su između 1874. i 1918 godine kao posljedica proučavanja drugih trematoda kako što je *Fasciola hepatica* kod ovce. Životni ciklusi slični su im kao kod *Schistosoma* spp., uz dodatnu komplikaciju da kod nekih vrsta postoji dodatni međudomadar između puža i čovjeka u kojem ili na kojem se cerkarija začahuri. Čovjek se zarazi konzumacijom drugog, posrednog domadara. Naša znanja o patološkim učincima klonorhijaze i opistorhijaze postupno su se

povećavala s nekoliko zanimljivih povijesnih otkrića. Povijest tih infekcija kao bolesti započinje otkrićem, a nastavlja se razradom životnog ciklusa *P. westermani,* otkrivena u plućima čovjeka (Ringer, 1879). Manson je sugerirao da puž djeluje kao međudomadar, a veliki broj japanskih istraživača uključujući Koana Nakagawa, Sadamu Yokogawa, Harujiro Kobayashi i Keinosuke Miyairi izvijestili su o cijelom životnom ciklusu u pužu *Semisulcospira* između 1916. i 1922. James McConnell prvi je prepoznao jetrenog metilja *C.sinensis* 1875. godine, a puža domadara 1918. godine otkrio je Masatomo Muto, dok je Kobayashi otkrio drugog međudomadara (riba važna u prehrani i izvor zaraze). Prvi zapisi o infekcijama vrste *Opisthorchis* kod ljudi su iz 1982. godine (Konstantin Wingradoff), a Hans Vogel otkrio je međudomadare, puževe i ribe, i njihove uloge u životnom ciklusu metilja, 1934. godine.

2.1.14. Trakavice

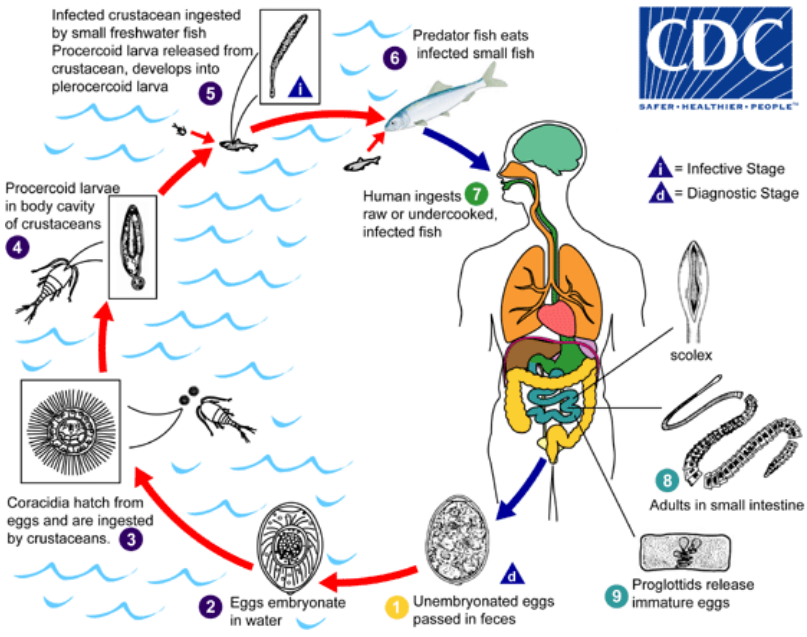
Čovjek može biti zaražen s oko 40 vrsta odraslih i oko 15 ličinki trakavica, uglavnom kao slučajni domaćini. Najvažnije trakavice pripadaju u dva roda: *Taenia* i *Diphyllobothrium*. Odrasle jedinke roda *Taenia* mogu doseći duljinu od nekoliko metara, žive u crijevu gdje su pričvršćene skoleksom i sadrže zrele proglotide s mnogo jaja koji prelaze u tlo ili vodu gdje se zatim jaja oslobađaju iz zrelog proglotida. Kada međudomadar pojede jaja ona prelaze u crijevo, gdje dolazi do izvaljivanja ličinačkih stadija (onkosfera) koji prolaze kroz stijenku crijeva kako bi dosegli različita tkiva domaćina, gdje se začahure. Životni ciklus završava se konzumacijom neobrađenog ili sirovog mesa, dolazi do oslobađanja iz ciste i pričvršćivanja na crijevnu stijenku konačnog domaćina i sazrijevanja u odraslu trakavicu. Tyson je prva osoba koja je prepoznala skoleks („glavu“) trakavica, a njegovi kasniji opisi anatomije i fiziologije odraslih jedinki postavili su temelje našeg znanja o biologiji trakavica roda *Taenia*. Iako je u tom vremenu bila jasna razlika između široke trakavice i ostalih vrsta trakavica koje sada poznajemo kao trakavice roda *Taenia*, razlike između vrsta *T. solium* i *T. saginata* nisu bile prepoznate. Goeze je 1782. godine imao sumnju kako postoje dvije vrste, a u 19. stoljeću Küchenmeister prepoznaje razlike između vrsta *T. solium* i *T. saginata* na temelju morfologije skoleksa. Prve naznake postojanja međudomadara sežu u 1784. godinu kao rezultat istraživanja svinjskih trakavica. Njemački župnik Johann August Ephraim Goeze primjetio je kako skoleksi trakavica kod ljudi nalikuju na ciste u mišićima svinja. Küchenmeister je radio eksperimente (koji su bili veoma kritizirani) u kojima je kriminalce osuđene na smrt hranio

svinjskim mesom zaraženim s *T. solium* i nakon pogubljenja uzimao odrasle jedinke. Odrasli stadiji *T. solium* i *T. saginata* rijetko uzrokuju jasne znakove ili simptome, iz tog razloga nema ranijih opisa bolesti koje bi mogle biti uzrokovane ovim vrstama. S druge strane, čovjek je domaćin dvije važne vrste ličinki trakavica: *T. solium* i *Echinococcus granulosus.* Iako ciste u mišićima ne uzrokuju očite bolesti kod ljudi, ciste u mozgu mogu uzrokovati simptome slične epilepsiji. U Hipokratovim enciklopedijskim djelima ne postoje zapisi koji sugeriraju da su grčki liječnici znali da u ljudima postoje takve ciste ili o saznanja o stanjima povezanim s njima. Međutim, postoje neizravni dokazi različitih kultura o svjesnosti ljudi o mogućim opasnostima koje nosi konzumacija svinjetine. Küchenmeister je primjetio kako kod muslimana i židova nisu zabilježene infekcije (njihova vjerska uvjerenja zabranjuju konzumaciju svinjetine), međutim slični argumenti izloženi su i u vezi infekcije vrstom *Trichinella spiralis*. Johann Goeze konačno je 1784. godine utvrdio kako su te čahure (ciste) ličinački stadiji trakavica. Opis životnog ciklusa *T. solium* dao je nova saznanja o cisticerkoza i tome da bi ljudi vjerojatno mogli biti zaraženi ličinačkim stadijem vrste *T. solium* tijekom unosa jaja. Iako se pokusi nisu mogli izvoditi iz etičkih razloga, mnogi pokusi na životinjama i promatranje ljudi nedvojbeno su do sredine 19. stoljeća utvrdili kako je cisticerkoza uzrokovana unosom jaja *T. solium*. Ova saznanja odigrala su važnu ulogu u kontroli dostupnosti mesa zaraženih životinja ljudskoj prehrani.

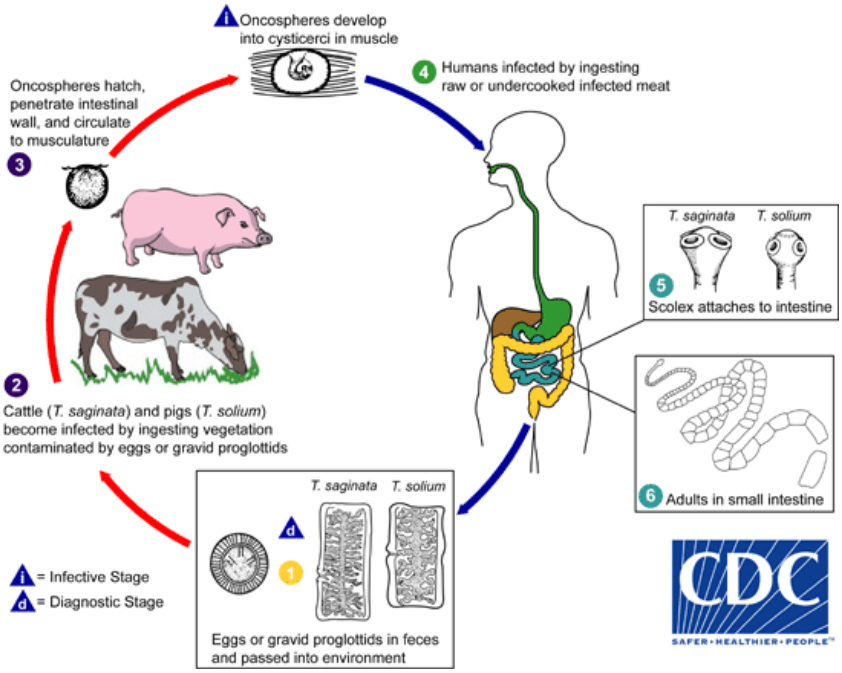
Najozbiljnija bolest ljudi uzrokovana ličinkama trakavica je ehinokokoza kao posljedica infekcije vrstom *Echinococcus granulosus*, koja se najčešće pojavljuje u odraslom stadiju kod pasa i u ličinačkom stadiju kod divljih i domaćih životinja, uključujući ovce. Postoje opisi hidatidnih čahura kod čovjeka u djelima Corpus Hippocratorum i Galenovim djelima, te kasnije u europskim medicinskim tekstovima. Francisco Redi u 17. stoljeću bio je prvi koji je opisao parazitsku prirodu ovih cista, no zasluga hipoteze kako su ciste ličinački stadij trakavica odlazi njemačkom znanstveniku Pierreu Simonu Pallas (1766.).

Ljudi također mogu biti zaraženi jedinkom vrste *Diphyllobothrium latum*, široke ili riblje trakavice, koja živi u crijevu. Jaja se otpuštaju u izmet, a prvi ličinački stadij (koracidij) razvija se unutar jajeta, a pojede ga kopepodni račić u kojem se razvija u drugi ličinački stadij (procerkoid). Kada zaraženog kopepodnog račića pojede riba, procerkoid se razvija u treći ličinački stadij (plerocerkoid) koji se razvija u odraslu trakavicu u crijevima. Široka trakavica poznata je još od antičkog doba, a ponekad se neizravno spominje u glavnim, klasičnim medicinskim spisima uključujući Ebersov papirus, Corpus Hippocratorum, te djelima Celsusa i Avicena. Međutim ne postoje precizni klinički zapisi jer postoji mali broj očitih simptoma zaraze (abnormalna glad, slabost, bolovi u trbuhu). Rani opisi su nepouzdani, jer je dolazilo

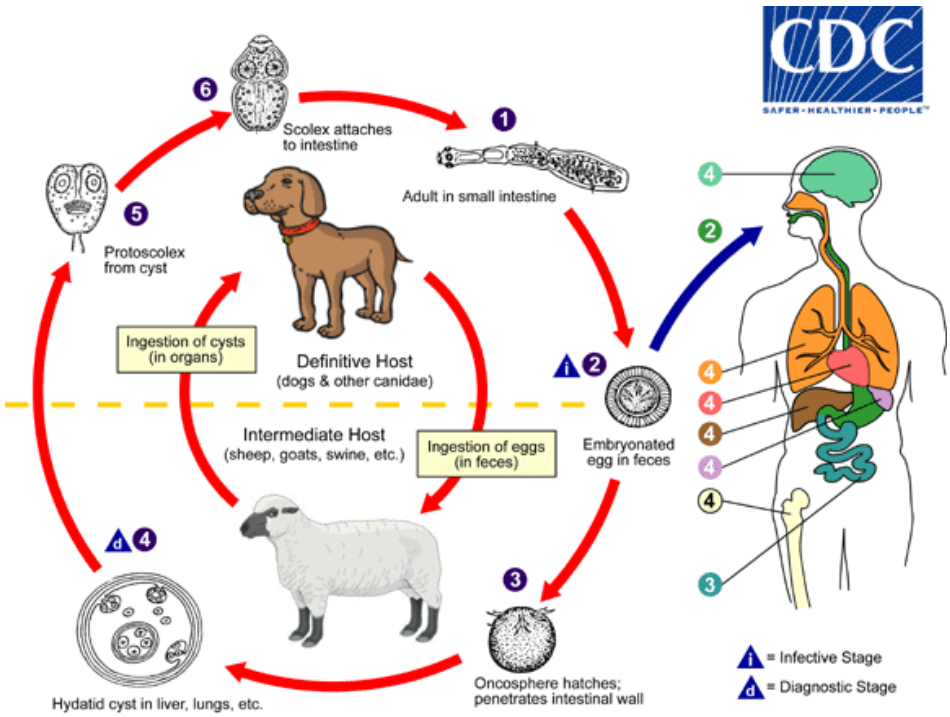
do zabune između dvije zajedničke vrste roda *Taenia*. Unatoč tome, početkom 17. stoljeća postalo je očito da postoje dvije vrlo različite vrste trakavica kod ljudi. Općenito je priznato kako je *Diphyllobothrium* prvi prepoznat kao drugačiji od roda *Taenia* (švicarski liječnik Felix Plater). Do sredine 18. stoljeća bilo je očigledno kako su infekcije vrstom *D. latum* dogodile kod ljudi čija se prehrana bazirala uglavnom na ribi. Razumijevanje životnog ciklusa parazita započelo je 1790. godine kada je Dane Peter Christian Abildgaard primjetio da crijeva štakora sadrže jedinke koje su nalikovale tragovima pronađenim u pticama koje se hrane ribom. U međuvremenu došlo je do brojnih zavaravajućih opažanja (do 1881. godine) sve dok njemački zoolog Maximillian Gustav Christian Carl Braun nije shvatio da su nesegmentirane trakavice koje su uobičajane u ribama ličinački stadiji vrste *D. latum*. U konačnici dva poljska znanstvenika, Constantine Janicki i Felix Rosen pokazali su kako se kopepoda hrane jajašcima trakavica, zatim ih pojedu ribe u kojima se oslobađaju i u konačnici čovjek se zarazi konzumacijom zaražene ribe (slika 4, 5, 6).



Slika 4. Životni ciklus riblje trakavice (*Diphyllobothrium latum*) (Web 6)



Slika 5. Životni ciklus goveđe (*Taenia saginata*) i svinjske trakavice (*T. solium*) (Web 7)

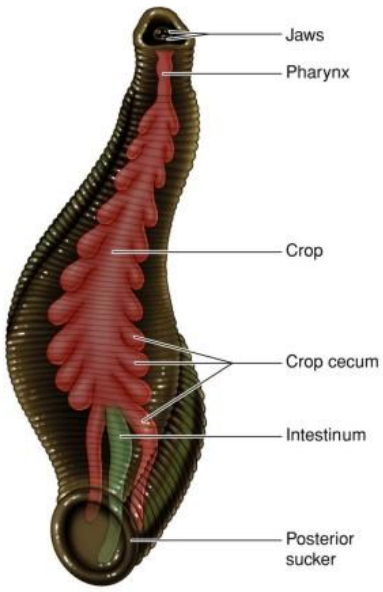


Slika 6. Životni ciklus pasje trakavice (*Echinococcus granulosus*) (Web 8)

2.2. Pijavice (Hirudinomorpha) kao ektoparaziti

Pijavice ili Hirudinomorpha žive u slatkim vodama, a neke imaju prilagodbe za život u moru ili vlažnim kopnenim staništima. Sve vrste imaju stražnju prianjaljku kojom se „drže“ za plijen ili supstrat. Većina vrsta ima i prednju prianjaljku. Način kretanja vrlo je važna prilagodba ektoparazita za nalaženje i hvatanje domadara. Razvojem prednje prianjaljke stečene su mogućnosti novog načina kretanja takozvanog koračanja koji umanjuje važnost celomske tekućine kao hidroskeleta (Habdija i sur., 2011). Zbog svoje dorzoventralne spljoštenosti tijela prilagođene su nametničkom načinu života. Imaju 2 do 10 ocela, odnosno prilagođene osjetne organe i osjetilne papile. Iako nemaju dobro razvijena osjetila, reagiraju na brojne podražaje prilikom pronalaženja plijena kao što su vibracije u vodi, temperaturne promjene vode, pokrete sjena u vodi te tvari koje izlučuje potencijalni plijen ili domadar. Imaju izvlačivo ždrijelo ili ždrijelo za sisanje sa zubićima ili bez zubića koje je mišićavo i pokriveno kutikulom. Usred hranjenja životinja izbacuje ždrijelo u tkivo domadara. Prianjaljkom se pričvrsti za plijen, a pomoću čeljusti razrežu kožu plijena ili domaćina. U ždrijelo se otvaraju žlijezde slnovnice koje izlučuju antikoagulans, hirudin koji inaktivira trombin u krvi sisavaca (Matoničkin i sur., 1999). Kontrakcijama mišićnog ždrijela pijavice usisavaju hranu. Predatorske pijavice nemaju čeljusti, nego imaju mišićne nabore u usnoj šupljini, a kožu probijaju enzimima (Habdija i sur., 2011). Većina pijavica siše krv ili druge tjelesne tekućine domadara, a mali broj pijavica su predatori. Predatorske vrste najčešće hvataju i jedu cijele organizme, a neki prijelazni oblici isišu samo mekano tkivo plijena. Vrste koje sišu krv nisu ograničene na jednu vrstu domaćina, ali često su im domaćini iz iste skupine kralježnjaka (Habdija i sur., 2011). Red Branchiobdellida sadrži oko 150 vrsta koje su ektokomenzali i endoparaziti u slatkovodnim rakovima. Neke vrste parazitiraju na površini egzoskeleta rakova, dok su druge vrste ektoparaziti na škrgama. Red Hirudinida obuhvaća dva podreda Rynchobdellae i Arynchobdellae. Pijavice iz podreda Rynchobdellae imaju rilo, odnosno izvlačivo ždrijelo i krvožilni sustav. Najčešće su nametnici na vodenim kralježnjacima. Vrsta *Piscicola geometra* parazitira na slatkovodnim ribama, vrsta *Callobdella lophii* na grdobini, a *Pontobdella muricata* na raznim morskim ribama (Habdija i sur., 2011). Pijavice iz podreda Arynchobdellae nemaju rilo, a njihov optjecajni sustav je celomski. Neke vrste u usnoj šupljini sadrže tri para čeljusti koje omogućuju rezanje kože domadara. Najpoznatija je takozvana liječnička pijavica *Hirudo medicinalis* (Slika 7) koja u čeljusti ima 80 do 90 zubića. U mlađim stadijima hrani se tjelesnim tekućinama kukaca, a kasnije krvlju žaba i krvlju toplokrvnih životinja. Postoji i konjska pijavica *Haemopis*

sanguisuga koja se hrani raznim mekušcima, ličinkama mekušaca, ali napada i konje ili goveda kad dođu na pojilo (Habdija i sur., 2011). Neke vrste iz podreda Arynchobdellae nemaju čeljusti, a takve su pasja pijavica *Erpobdella octoculata* i *Dina lineata* koje se hrane mekušcima, kukcima i maločetinašima (Habdija i sur., 2011).



Slika 7. Liječnička pijavica (*Hirudo medicinalis)* (Web 11)

2.3. Grinje (Acarina) kao ektoparaziti i endoparaziti

Red Acarina ili grinje pripadaju najsitnijim člankonošcima, ali postoje i neki krupni oblici. Poznato ih je oko 30 000 vrsta. Grinje su kozmopolitski rasprostranjenje u svim klimatskim područjima. Najvećim dijelom one su kopneni oblici. Mnoge vrste su nametnici, a neke imaju prilagodbe za život u vodi. Taksonomski su podijeljenje u tri podreda. Podred Acariformes je najbrojnija skupina grinja, a najpoznatija porodica su dlačne grinje Demodicidae. To su sitne vrste koje žive u žlijezdama lojnicama sisavaca. Postoji čovjekova dlačna grinjica *Demodex folliculorum* (Slika 8) koja živi u lojnicama na licu čovjeka te izaziva upale lojnih žlijezda (Matoničkin i sur., 1999). Trombidiidae ili trčne grinje su krupni crveni oblici grinja koje se vrlo brzo kreću pomoću snažnih nogu. Grabežljivci su, a poznatija vrsta je baršunasta grinja *Trombidium holesericeum*. Sarcoptidae ili šugarci su sitne nametničke grinje koje nemaju uzdušnice već dišu preko površine tijela. Postoji takozvani čovječji šugarac *Sarcoptes scabiei*

koji živi u Malpighijevom sloju kože između prstiju i u drugim pregibima na tijelu s mekanom kožom. Vrste se hrane odumrlim stanicama epidermisa, te u Malpighijevu sloju buše hodnike u koje ženka odlaže jaja iz kojih se razvijaju ličinke. Iz njih se nakon 16 dana razvijaju odrasli mužjaci ili ženke. Oni buše nove hodnike, što izaziva svrbež. Podred Parasitiformes obuhvaća krpelje razvrstane u 75 porodica. Najpoznatije porodice su krpelji Ixodidae i stajski krpelji Argasidae. U našim krajevima čest je obični krpelj *Ixodes ricinus,* koji je vanjski nametnik na ljudima i šumskoj divljači. On je opasan za zdravlje čovjeka jer prenosi uzročnike piroplazme, spirohetoze, encefalitisa, borelioze (povratne groznice) i drugih bolesti (Habdija i sur., 2011). Kad se oplođena ženka napije krvi otpadne s kože na zemlju gdje snese jaja iz kojih se razviju prve šesteronožne ličinke. One se hrane krvlju guštera, ptica i sitnih sisavaca. Kasnije se presvlače u drugu osmeronožnu ličinku, popnu se na drvo i spolno sazriju. Nakon oplodnje ženke vrebaju druge sisavce. Stajski krpelji nemaju leđnog štitića pa im je tijelo mekano i nazivaju se zbog tog mekanim krpeljima. Nametnici su na pticama, sisavcima i ljudima.



Slika 8. Čovjekova dlačna grinjica (*Demodex folliculorum)* (Web 12)

2.4. Kukci (Insecta) kao ektoparaziti i endoparaziti

Nametnički oblici kukaca imaju usne organe za bodenje i sisanje. To su najvećim dijelom stjenice, uši, dvokrilci, ušenjci i drugi (Habdija i sur., 2011).

Redu Phthiraptera (uši) pripadaju kukci koji su ektoparaziti toplokrvnih kralježnjaka. Stopala su im građena od jednog članka s jednom pandžicom koja omogućuje prihvaćanje za

dlaku ili perje domaćina. Dijele se u dva podreda Anoplura ili prave uši i Mallophaga ili tekuti. Prave uši su pravi paraziti koji cijeli život provedu na tijelu domadara i ne mogu dulje vrijeme živjeti bez njega. To su mali, plosnati kukci koji su tijekom evolucije izgubili krila. Imaju jake noge koje završavaju pandžicom kojom se lako pričvrste za dlaku domadara. Veličina pandžice odgovara debljini dlake domadara. Prave uši imaju usne organe za bodenje i sisanje u kojima se nalaze bodežići kojima se usisava hrana. Tijekom hranjenja parazit se zubićem pričvrsti za domadara. Uši polažu jaja koja se lijepe za dlaku domadara ili mogu ostati u odjeći čovjeka. Prave uši se hrane krvlju i imaju jako prilagođene usne organe za sisanje krvi. Uši su ektoparaziti u svim stadijima svoga života, svakih par sati sišu količinu krvi koja je jednaka jednoj trećini njihove tjelesne mase. Uš umire unutar jednog do dva dana ako joj je onemogućeno hranjenje. Novo nastala ženska jedinka obično se hrani prije parenja. Osjetljive su na tjelesnu temperaturu i domadara napuštaju nakon što ugine ili kad ima vrućicu. Dobri su prijenosnici zaraznih bolesti. Na čovjeku najčešće parazitira jedna vrsta s dvije podvrste: glavena uš *Pediculus humanus capitis* (Slika 9) koja se zadržava u kosi i odječna uš *Pediculus humanus humanus* u odjeći (Habdija i sur., 2011). Jaja glavene uši zalijepljena za kosu su bijele boje i nazivamo ih gnjide. Odječna uš je prijenosnik nekih virusnih bolesti kao što su povratna groznica, pjegavi tifus i rovovska groznica. Tifus se ne prenosi ugrizom uši nego unutar njenog izmeta ili kada je inficirana uš zgnječena. Infektivni materijal češanjem može dospjeti u kožu ili preko sluznice ući u tijelo. Na čovjeku parazitira i stidna uš *Phthirius pubis* koja se zadržava na debljim dlakama pubične regije i oko očiju.



Slika 9. Glavena uš (*Pediculus humanus capitis)* (Web 13)

Tekuti su ektoparaziti koji uglavnom žive na pticama, ali neke vrste i na sisavcima. Imaju usne organe za grizenje. Na nogama su jedna ili dvije pandžice kojima se drže za perje domadara. Stalno žive na tijelu domadara i hrane se dijelovima kože, perjem ili dlakom, a samo neke vrste hrane se krvlju. Te vrste grizu domadara kako bi sisale krv ili se hrane krvlju koja istječe iz ozlijeđene kože. Mogu nanijeti velike štete gospodarstvu jer se razmnožavaju na peradi, ali ni jedna vrsta ne parazitira na čovjeku (Habdija i sur., 2011).

Neke vrste iz reda Heteroptera (raznokrilci) također su nametnici. Hrane se krvlju životinja i čovjeka te mogu prenositi brojne bolesti. Cimicidae (stjenice) su porodica nametničkih raznokrilaca koje parazitiraju na toplokrvnim kralježnjacima. Nemaju krila, a hrane se krvlju domadara. Na čovjeku parazitira *Cimex lectularius* koja ima usne organe za bodenje kojima lako probija kožu i siše krv. Aktivna je noću te se zadržava u krevetu ili odjeći. Privlači je miris ugljičnog dioksida, a ne nečistoća. Prenosioc je zaraznih bolesti kao što su kuga i hepatitis B.

Parazitske vrste postoje i unutar reda Hymenoptera (opnokrilci). Unutar njega nalazi se parazitska porodica Ichneumonidae (ose najeznice) čije ličinke žive na tijelu ili u tijelu ličinki drugih kukaca. Ženke na kraju tijela imaju dugu i tanku leglicu kojom jaja stavljaju u ličinke drugih kukaca. Najčešće su to gusjenice koje ženka pronalazi duboko u deblu ili u drugim dijelovima biljaka. Ličinke koje se izlegu iz jaja izjedaju domadara tako što se hrane organima koji nisu vitalni. *Rhyssa persuasoria* ili crvenonoga potajnica je naša najveća osa najeznica koja parazitira na pagusjenicama vrste *Urocerus gigas,* a najeznica *Apanteles glomeratus* ili žutonoga gusjeničarka napada ličinke leptira kupusovog bijelca.

Kao parazite možemo navesti i vrste iz reda Strepsiptera (lepezari) koji parazitiraju na drugim kukcima. Ženke su beskrilne i bez nogu, a žive u svlaku posljednjeg ličinačkog stadija u kojem su se i zakukuljile. Usni organi su im reducirani, a nemaju ni ticala ni oči. Mužjaci imaju krila i žive slobodno.

Sve odrasle buhe (Siphonaptera) su ektoparaziti koji se hrane krvlju toplokrvnih domadara. Imaju usne organe za bodenje i sisanje. Najveći dio vrsta parazitira na glodavcima, mali broj na pticama i raznim sisavcima uključujući i čovjeka. Neke vrste zadržavaju se u gnijezdu ili u blizini domadara, a na njemu su samo dok se hrane, a druge se drže za dlaku ili perje. Prenose brojne bolesti kao što su kuga ili crna smrt koja završava smrću buhe, čovjeka i glodavca. Kuga je uzrokovana bakterijom *Yersinia pestis,* spada u grupu bolesti koje se nazivaju zoonoze, i obično kruži među glodavcima. Ljudi se zaraze kada u njihovoj blizini umre

zaraženi glodavac (najčešće štakor), tada buha napušta glodavca i traži novog domaćina te prelazi na čovjeka. Bakterija začepi probavilo buhe i prenosi se na čovjeka kada se buha pokuša hraniti. Dvije vrste buhe koje najčešće prenose bolest na čovjeka su *Xenopsylla cheopsis*, koja je najveći prijenosnik u urbanim dijelovima tropskih krajeva i *X. brasilensis*, vektor u ruralnim dijelovima Afrike i Indije. U svom plućnom obliku, kuga se direktno prenosi između ljudi bez posredovanja insekta kao vektora. Odrasle buhe oba spola hrane se krvlju ali i vodenim otopinama. Buhe su anautogene vrste što znači da trebaju krvni obrok kako bi proizvele jajašca. Osim kuge buhe prenose i endemični tifus. Preobrazba im je potpuna. Ženka odlaže jaja u gnijezdo domadara ili na samog domadara. Ličinka koja se prvo razvije je slijepa, nema noge, a na kraju tijela ima dva nastavka. Hrani se raznim otpadnim materijalima koji padnu s domadara. Na kraju razvoja se zakukulji u svilenkasti kokon. U stadiju kukuljice buha može provesti duže vrijeme, a poticaj za izlazak mogu biti vibracije koje uzrokuje dolazak domadara. Na čovjeku parazitira obična buha *Pulex irritans* (Slika 11), koja je primarno parazit lisice. Česta vrsta je i mačja buha *Ctenocephalides felis* te pseća buha *Ctenocephalides canis* koja prenosi pseću trakavicu.



Slika 10. Obična buha *Pulex irritans* (Web 14)

Kukci iz reda Diptera (dvokrilci) su paraziti koji sišu krv raznim kralježnjacima i prenose opasne bolesti poput malarije, žute groznice, denge groznice, bolesti spavanja. (Habdija i sur., 2011). U taj red pripadaju obadi (Tabanidae) čije su ženke ektoparaziti i hrane se krvlju domadara. Ubod obada je bolan, a njime se mogu prenijeti bolesti kao što su antraks i tularemija. U Hrvatskoj je česta vrsta *Tabanus bovinus* koja parazitira na govedima i konjima. Redu dvokrilaca pripadaju i komarci (Culicidae) čije se ženke hrane krvlju kralježnjaka. Ženke nekih vrsta su specijalizirane te napadaju samo npr. vodozemce ili ptice pjevice. Prijenosnici su zaraznih bolesti i uzročnici brojnih epidemija tijekom povijesti. Komarac malaričar *Anopheles maculipennis* (Slika 11) prenosi tri tipa malarije koju uzrokuje

Plasmodium, elefantijazu koju uzrokuje *Wuchereria bancrofti*, tularemiju koju uzrokuju bakterije te groznice i glavobolje uzrokovane raznim virusima. Žutu groznicu prenosi vrsta *Aedes aegypti*. Obični komarac *Culex pipiens* prenosi encefalitis, limfatični meningitis, tularemiju i brucelozu (Habdija i sur., 2011).



Slika 11. Komarac malaričar *Anopheles maculipennis* (Web 15)

3. ZAKLJUČAK

Velik dio beskralježnjaka su paraziti koji imaju izravan utjecaj na ljudsko zdravlje i na zdravlje ostalih kralježnjaka. Prijenosnici su i uzročnici lakih ili težih bolesti životinja i ljudi. Prema mjestu parazitiranja u/na domadaru postoje endoparaziti i ektoparaziti.

Parazitskom načinu života prilagodile su se različite skupine beskralježnja kao što su Platyhelminthes, Nematoda, Annelida i Arthropoda. Unutar koljena Platyhelminthes su razne vrste nametničkih metilja i trakvica, npr. *Fasciola hepatica*, *Schistosoma mansoni* te *Taenia saginata, Diphyllobothrium latum, Echinococcus granulosus*. Unutar koljena Nematoda kao najpoznatiji nametnički beskralježnjaci ističu se *Ascaris lumbricoides, Wuschereria bancrofti, Enterobius vermicularis, Trichinella spiralis.* Nametnički beskralježnjaci javljaju se i unutar koljena Annelida, točnije unutar razreda Clitellata (pojasnici) gdje nalazimo parazitske beskralježnjake, pijavice, npr. *Piscicola geometra, Callobdella lophii, Hirudo medicinalis.*

Parazitski način života kod koljena Arthropoda imaju dva razreda Arachnida (paučnjaci) i Insecta (kukci). Unutar razreda Arachnida nalazi se red Acarina (grinje) koji su nametnici na kralježnjacima. Paraziti iskorištavaju domadara i povećavaju svoju prilagodbu koristeći ih kao hranu, stanište ili prijenosno sredstvo. Velik broj parazita u mogućnosti je utjecati na živčani

sustav i ponašanje domadara te tako stvoriti uvjete za obavljanje vlastitog razvojnog ciklusa. Paraziti žive u/na tijelu domaćina te stoga imaju dobro razvijene i razrađene načine izbjegavanja imunog sustava domadara na kojem se nalaze. U naše tijelo nametnici mogu ući na različite načine, u vodi i hrani, preko prljavih ruku, kroz kožu, dišne puteve, putem insekata te nam tako u tijelu uzimaju potrebne vitamine i minerale, a nerijetko ispuštaju toksine u krv. Uzrokuju promjene u tkivima, a u mnogo slučajeva dovode do smrti domadara. Vjerojatnost parazitske infekcije veća je kod domaćina s oslabljenim imunološkim sustavom. Snaga imunološkog i endokrinog sustava određuje koliko će parazitske infekcije utjecati na domadara.

4. LITERATURA

1. Ashford, R. W., Crewe, W., (1998). The parasites of *Homo Sapiens*. Liverpool.

2. Cox, F. E. G., History of Human Parasitology. London: London School of Hygiene and Tropical Medicine, (2002). pp. 595-603.

3. Desowitz, R. S., (1997). Tropical diseases from 50,000 BC to 2500 AD. Harper Collins, London.

4. Fuller, K., (1997). Hookworm: Not a pre-Columbian pathogen. Med. Anthropol. Q. 17: 297-308.

5. Habdija, I., Habdija, B.P., Radanović, I., Špoljar, M., Kepčija, R.M., Karlo, S.V., Miliša, M., Ostojić, A., Perić, M.S. (2011). Protista-Protozoa; Metazoa-Invertebrata. Alfa, Zagreb, pp. 584

6. Hoeppli, R., (1956). The knowledge of parasites and parasitic infections from ancient times to the 17th century. Exp. Parasitol. 5: 398-419.

7. Hoeppli, R., (1959). Parasites and parasitic infections in early science and medicine. Universitiy of Malaya Press, Singapore, Singapore.

8. Lehane, M. J., (2005). The Biology of Blood-Sucking in Insects. Liverpool School of Tropical Medicine, Liverpool pp 208-213.

9. Matoničkin, I. (1990). Beskralješnjaci: biologija nižih avertebrata. Školska knjiga, Zagreb, pp. 692

10. Matoničkin, I., Habdija, I., Primc-Habdija B. (1999). Beskralješnjaci: biologija viših avertebrata. Školska knjiga, Zagreb pp. 609

Web stranice

(Web 1). http://www.cdc.gov/parasites/fasciola/biology.html 18.9.2016.

(Web 2). http://www.cdc.gov/parasites/schistosomiasis/biology.html 18.9.2016.

(Web 3). http://www.cdc.gov/parasites/diphyllobothrium/biology.html 19.9.2016.

(Web 4). http://www.cdc.gov/parasites/taeniasis/biology.html 19.9.2016.

(Web 5). http://www.cdc.gov/parasites/echinococcosis/biology.html 20.9.2016.

(Web 6). http://www.cdc.gov/parasites/ascariasis/biology.html 20.9.2016.

(Web 7). http://www.cdc.gov/parasites/trichinellosis/biology.html 20.9.2016.

(Web 8). https://www.google.hr/search?q=Hirudo+medicinalis&source=lnms&tbm=isch&sa

=X&ved=0ahUKEwjP5f6g6a3PAhVFuhoKHQBRBlkQ_AUICCgB&biw=1366&bih=638#imgrc=AzSiwGrEbRGnIM%3A 26.09.2016.

(Web 9). https://www.google.hr/search?q=Hirudo+medicinalis&source=lnms&tbm=isch&sa

=X&ved=0ahUKEwjP5f6g6a3PAhVFuhoKHQBRBlkQ_AUICCgB&biw=1366&bih=638#tbm=isch&q=Demodex+folliculorum&imgrc=FTMz1heUWn9qDM%3A 26.09.2016.

(Web 10). https://www.google.hr/search?q=Hirudo+medicinalis&source=lnms&tbm=isch&sa

=X&ved=0ahUKEwjP5f6g6a3PAhVFuhoKHQBRBlkQ_AUICCgB&biw=1366&bih=638#tbm=isch&q=Pediculus+humanus+capitis&imgrc=WSRRO9P082opgM%3A 26.09.2016.

(Web 11). https://www.google.hr/search?q=Hirudo+medicinalis&source=lnms&tbm=isch&s

a=X&ved=0ahUKEwjP5f6g6a3PAhVFuhoKHQBRBlkQ_AUICCgB&biw=1366&bih=638#tbm=isch&q=Pulex+irritans+&imgrc=r0k6CQf5j_scQM%3A 26.09.2016.

(Web 12). https://www.google.hr/search?q=Pediculus+humanus+capitis&biw=1366&bih=

638&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiDnKb25K3PAhWDLhoKHb5dCYEQ
_AUIBigB#tbm=isch&q=Anopheles+maculipennis+&imgrc=YFTnraxkpGeO-M%3A
26.09.2016