Datum: 2021-03-24

Bred binnikemask

Dibothriocephalus latus

Författare:

Dalal youssef

Handledare:

Anders Inghage

Förord

Att arbeta med området som handlar om maskar och att studera deras kroppsbyggnad och beteeande, har det alltid varit ett intressant ämnet för mig. Sjukdomarna som drabbas människor på grund av maskar, har det alltid varit ett intressant ämne hos läkarna att hitta den som åstadkomma infektioner i människokroppen. Personligen är jag väldigt intresserad av att lära mig mer om en typ maskar som kan befinna sig i människans kropp och skapar infektionen hos människan. Infektionen som drabbade en del av människor som bor nära fiskrika sötvattenkällor såsom sjöar och floder, sysselsatt biologernas- och läkarnas tankar. Ett stort tack till den finska forskaren H.D som var först med att identifiera källan till infektion hos människan av bred binnikemask.

Sammanfattning

I det här arbetet får man möjligen att ta reda på oerhört mycket information om bred binnikemask, *Dibothriocephalus latus.* En stor del av arbetet bygger på fakta och mycket andra saker men de mesta väsentliga momenterna som ska lyftas i detta arbete, är bred binnikemasks- utseende och -beteende. I detta arbete ska det också inkludera beskrivning om symtom som bred binnikemasken orsakar, i vilken kroppsdel lever, på vad den livnär sig, hur den fortplantar sig och hur den förflyttar sig. Till och med ska du få reda på vilka påverkningar och effekter den har på oss människor. Tillsammans ska vi utröna vilka miljöer den anpassar sig och hur man kan behandla infektionen som den åstadkommer.

Innehåll

FÖRORD…….II

SAMMANFATTNING…….II

1 INLEDNING……...1

1.1 Bakgrund……..1

1.2 Frågeställningar……...1

1.3 Syfte……...1

RESULTAT…….2

- Presentation av arten kropp och dess placerings i systematiken……...2,3,4
- Utveckling och livscykel…….4,5
- Artens anatomi och fysiologi……..5,6
- Artens beteende……....6
- Arten och människan……...6,7
- Behandling…….7

2 Material och metod……..8

3 Diskussion…….8,9

Referens……...9,10

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Alla är medvetna om att det finns många olika arter av maskar, nu ska vi studera om arten bred binnikemasken, Dibothriocephalus latus, som tillhör stamen plattmaskar. Vanligtvis brukar man också kalla den för fiskbinnikemask. Denna typ av maskarna påverkar passivt på människa och kan orsaka infektion i vanliga fall. Dessa maskar är parasitiska bandmaskar, vilket betyder att de utnyttjas andra organismer som fortfarande lever, exempelvis människan och björn bli utnyttjade av bred binnikemasken. Eftersom denna mask infekterar människan och orsakar sjukdomar hos människan, har jag valt att studera närmare om denna art av maskar. Att läsa om sjukdomar som drabbas människor har det alltid varit ett intressant ämne för mig. Tanken på miljön som fiskbinnikemask lever i, gör det ännu spännande att läsa eftersom där är fylld av bakterier.

1.2 Frågeställningar

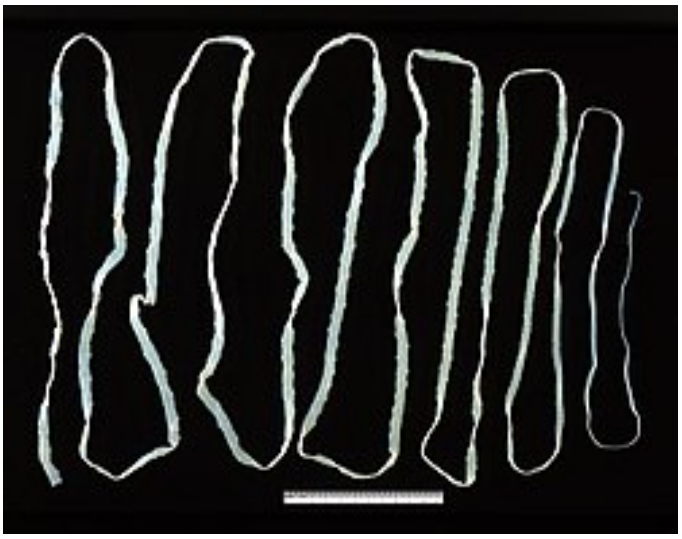
Arbetet bygger faktiskt på att hitta svar till många funderingar kring denna art. Frågorna handlar i stort sett om hur ser kroppsbyggnaden ut hos bred binnikemaskar?, var placerar den i systematiken?, Hur började den utvecklar med tiden?, Hur får organism i sig näring och förflyttar den sig?, hur är artensbeteende? och har den någon verkan på människan?.

1.3 Syfte

Syfte med detta arbete är att studera noggrant hur denna mask, fiskbinnikemask, beter sig och hur den verkar på omgivningen. Tillsammans ska vi kolla närmare på kroppsbyggnaden hos denna organism och vad den består av, man får bland annat lite information om hur arten har utvecklat med tiden. Arbetet med denna art syftar framför att på att utöka förnuftet och medvetenheten kring sjukdomar som bred binnikemasken orsakar hos människor. Dessutom ska man ta reda på miljön som bred binnikemasken anpassar sig till och på vilket sätt de få tag på sin mat.

Resultat

Presentation av arten kropp och dess placerings i systematiken

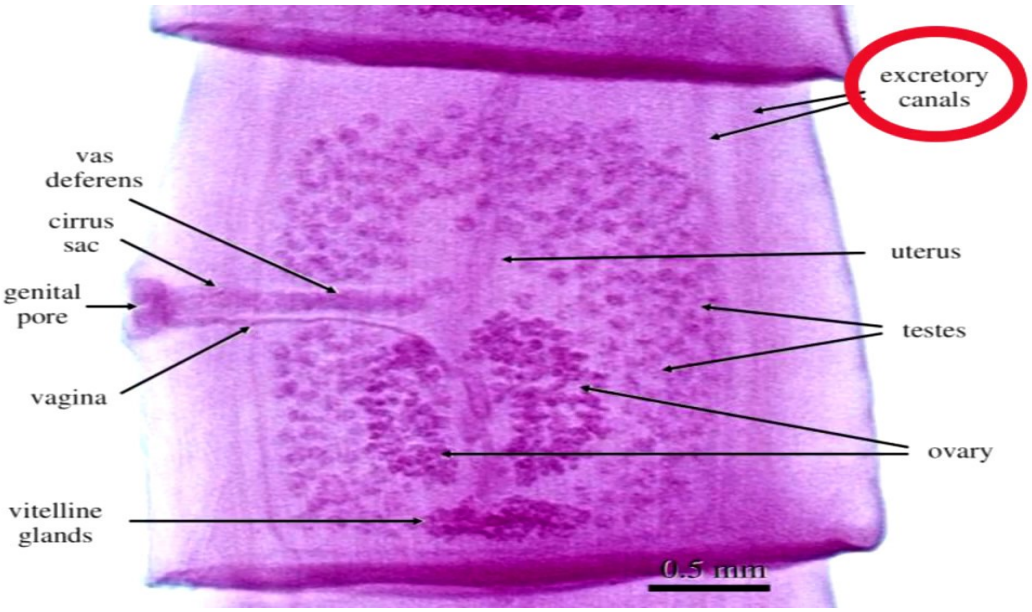


Dibothriocephalus latus är en parasitisk bandmaskar, som man brukar kalla antingen bred binnikemaska eller fisk binnikemaskar. Tidigare fick den ett annat latinska namn som än idag är användbar vilket är *Diphyllobothrium latum.* Med parasitiska formen menas att bred binnikemasken utnyttjar andra organismer som fortfarande lever, med andra ord den livnär sig på andra levande varelse på ett sätt som är negativt för dessa den utnyttjar. Utifrån figur 1 kan man direkt lista ut att bred binnikemasken tillhör plattmaskar. Dibothriocephalus latus består av flera celler vilket betyder att det tillhör domän eukaryote, till riket djur och hör sedan till stammen plattmaskar, *Platyhelminthes*, till klassen bandmaskar. Till ordning Pseudohyllidea hör bred binnikemasken, till familjen diphyllobothriidae och till släkte Dibothriocephalus.

Enligt " Diphyllobothrium" (David J, 2017d) från *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* beskrivs noggrant om bred binnikemasken att den är den lägsta parasiten som lever i tarmen hos bl.a människa och den kan uppnå en längd på mer än 10 meter och den minsta bland de kan bli några millimeter lång. I figuren 1 ser man tidigt att masken är platt, vit eller gulaktig och mycket smalare än de är långa. Som det framgår i boken"SPIRA Biologi 1" (Gunnar, 2011 s.96) att denna mask har en ganska enkelt uppbyggd som om i framända har den en samling av nervceller, alltså början till till en hjärna. Eftersom bred binnikemasken saknas oral öppningen, får den sin näring genom att absorbera. Kroppsväggen hos bred binnikemask är täckt av ytförstorande utskott som har för funktion att tar upp näringen från omgivningen.

När man studerar noggrant kroppsdelarna hos *Dibothriocephalus latus*, ser man att en vuxen D.

latum består av huvud som brukar kalla scolex, hals och en kedja av individuella segment där äggen mognar, I "Diphyllobothrium" (David J, 2017d) visar det studie att den vuxna maskens scolex har två grunda, långsträckta sugspår eller båda armar som används för fästning i tarmslemhinnan. De två långsträckta spår brukar kalla för bothria vars dessa smala svagt muskulösa spår löper längs kroppen (scolex), se figur 2. I frågan om huvudformen som *Dibothriocephalus latus* har, är en fingerformade som saknas krokar som gör det möjligt för masken att fästa sig vid tarmväggen hos värden, och har en sugveck på huvudet. I Scolex finns det också nervceller, sinnesorgan , körtelceller, kraftig muskulatur samt fastsättningsorgan.



Figur 2, segment eller proglottid består av små strukturer

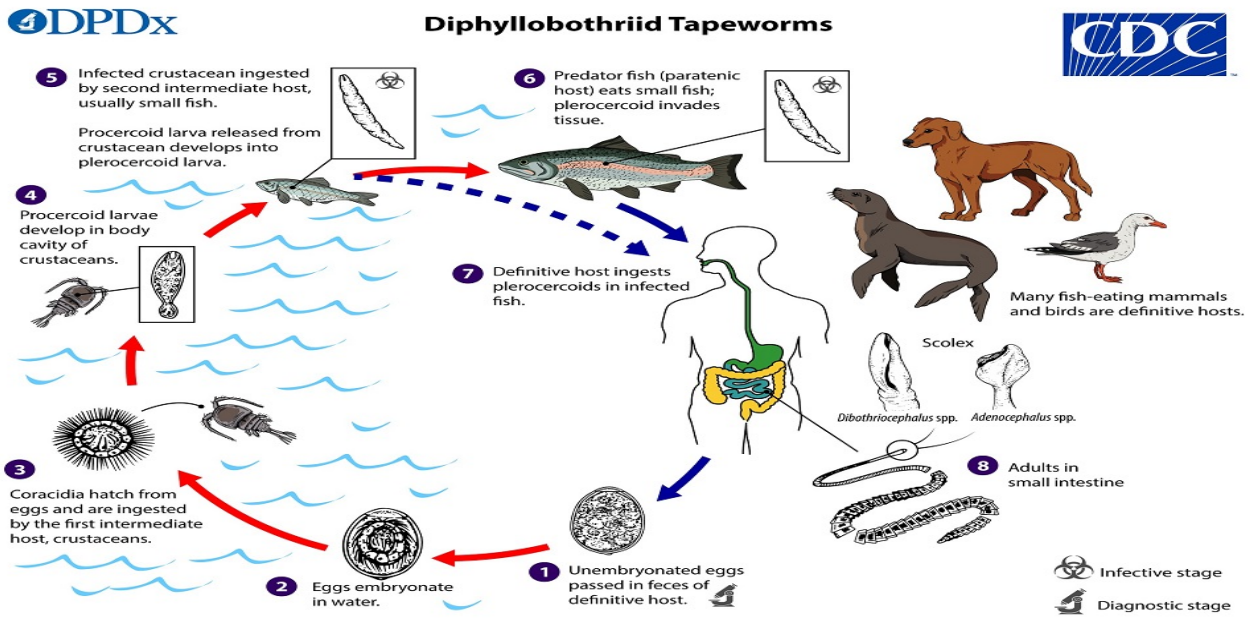
Tidigare har det nämns att bred binnikemasken kan växa upp mer än 10 meter lång som den innehåller upp till några tusen proglottider. I "Bandmask" (Mats, 2013) framgår det att varje segment, som kallas proglottid, har komplett uppsättning manliga och kvinnliga reproduktionsorgan. Med andra ord finns det testiklar och vitellinfoliklar i varje proglottid. Vad det gäller äggstocken ligger i den bakre en tredjedel av varje segment (NCBI, 2009). Livmodern är främre mot äggstocken och är en bilobed struktur som slingra, som sträcker sig från äggstockar till livmoderns porer på segmentets yta, genom vilken de mogna proglottiderna släppte ut ägg (David J, 2017d). Äggen produceras kontinuerligt i speciella körtlar och först i samband med att ägget ska lämnas fylls det med gula.

Som det framgår (NCBI, 2009) att äggen är embryonerade när de läggs, och mäter 35 till 80 µm i längd och 25 till 65 µm i bredd. Som tidigare nämnts att de mogna proglottiderna släppte ut ägg genom att segmentet utvecklas, förstoras och blir då segmentet gravid vilket innebär att könsorganen tillbakabildas och ersätts av en äggfylld livmoder, enligt "Diphyllobothrium" (David J, 2017d). Efteråt sönderfaller de flesta proglottiderna och släpper ut ägg i avföring.

Utveckling och livscykel

Livscykel hos bred binnikemasken är alltid kopplad till vatten eftersom äggen passeras i avföringen till vatten. Dessutom är den första larv formen vattenlevande att den inte kan leva utan vatten och kommer sedan att intas av hoppkräftor som är de första intermediära värden. Som det framgår i (CDC, 2019) att operculerade ägg som innehar ett lock lämnar ut värden genom avföringen, dessa ägg som passeras i avföringen kläcks in i coracidiumlarver, som är små och cilierade och simmar runt tills de intas av bläckfiskar. Äggen äts av den första intermediära värden hoppkräftor, där de utvecklas till larvstadiet, detta första larvstadiet infekterar mellan värd ett, små kräftdjur av släktet Cyclops som det visar sig i (Folkhälsomyndigheten, 2013). Efter intag av ett lämpligt kräftdjur utvecklas koracidierna till bild av proceroidlarver. Procercoidlarver frigörs från kräftdjuret vid predation av den andra mellanliggande värden, att fisk äter kräftdjur och proceroidlarver frigörs för att utvecklas till smittsamma plerocercoidlarver, enligt "Diphyllobothrium" (M. McConnaughey, 2014)

I allmänheten brukar man inte äta dessa små fiskarterna råa, vilket betyder att den andra mellanliggande värden troligen inte utgör en viktig källa till infektion hos människor, det som visas i studie (CDC, 2019). Dessa små andra mellanliggande värdar kan emellertid ätas av större rovdjursslag som sedan tjänar som bild för paratenisk värdar. I detta fall migrerar de infektiösa plerocercoid till musklerna hos den nya värdet. I (David J, 2017d) förklaras att när den infekterade fisken har intagits av människor, utvecklas plerocercoidlarverna till mogna bandmaskar som fäster vid tarmslemhinnan genom sin scolex. Omogna ägg produceras av de mogna kvinnor och passeras i avföringen. I studien om infektion som orsakas av fisken, skrivs det i " Maskimagen.se" (Linda, 2014) att man kan smittas om du äter underkokt, infekterad sötvattensfisk genom att larver i fiskköttet kan överleva och följa med er i människans tarm. I människans tarmen mognar de och blir fullvuxna och producerar på så sätt ägg. Se figur 3.



Figur 3 , stegvis visar livscykel hela kretsen.

Artens anatomi och fysiologi

I början har det nämns att bred binnikemasken saknas oralöppning vilket betyder att den även saknas mun som den kan tar upp födan genom. I "Diphyllobothrium" (Ivan G & Dawie J, 2019) visar studien om sättet som bred binnikemasken använder för att skaffa sig föda att *Diphyllobothrium latum* som är täckt av ytförstorande, fingerliknande utskott, tar upp sin föda genom absorption, som den fäster sig vid tarmens väggen på ett speciellt sätt som den kan absorbera näringen. Liksom alla cestoder saknas *Diphyllobothrium latum* ett matsmältningssystem och måste förlita sig på att absorbera näringsämnen från sina värdar (Stanford University, 2009). Födan innehåller av en stor del av slutvärdens tillgång till vitamin B-12.Enligt (Diphyllobothrium latum and human nutrition, with particular reference to vitamin B,, deficiency, 1963) framgår det att i närvaro av bred binnikemasken absorberas en betydande del av vitamin B, vilket betyder att masken använder nästan alltid det mesta av vitaminet, lämnar otillräckliga mängder att absorberas av värden. När masken är mycket stor, när masken ligger i tarmens övre delar där den är i kontakt med aten i ett tidigt skede av matsmältningsprocessen. Cirka 80% av vitamin B12-intaget absorberas av masken. Hur den skaffar sig av föda visar det tydligt att den masken inte röra sig, alltså saknas rörelseförmåga utan den bara fäster vid tarmmukosan med två sugfåror (bothrium), enligt "Diphyllobothrium" (Ivan G & Dawie J, 2019).

Diphyllobothrium latum producerar dagligen upp till en miljon ägg som är embryonerade och har en lockliknande operculum. Som tidigare har nämnt att varje segment har oftast både hanliga och honliga könsorgan, det kan ha en till flera testiklar och endast ett äggstock, ovarium (NE.se, 1986). Dessutom har könsorganen gemensamma öppningar, det kan vara vid ena eller båda kanter av segment. Produceringen av ägg sker med hjälp av speciella körtlar, och först i samband med ägget ska lämnas fylls det med gula. Gradvis börjar könsorganen mogna vilket betyder att segmenten mot slutet av kedjan är könsmogna och där i slutet av segment finns det befruktade ägg (Animal Diversity Web, 2010). Livmodern är en bilobed struktur som slingrar, som sträcker sig från äggstocken tilllivmoderns porer på segmentets mittvata yta, genom vilken de mogna proglottiderna släppte ut äggen. Äggen som är tjockskaliga med ett lock i ena änden kommer att släppas ut i vatten och där kommer den att utveckla vidare eftersom det finns en klotrund larv med sex hakar i ägget.

Artens beteende

Bred binnikemasken var en av de första parasitiska plattmaskarna som definieras som en humanparasit på grund av sin storlek. Eftersom de inte lever tillsammans så har inte en kontakt med varandra, vilket betyder att de inte påverkar varandra. Tidigare har det nämnt (NE.se, 1986) att fisk binnikemasken är parasiter vilket betyder att de inte behöver varandra för att skaffa sig föda. Det visar sig tydligt genom att de intas av kräftdjur och börjar utvecklas till procercoidlarvar. Att de utvecklar och bli mogna när de bli uppätna av andra organismer, så är det dessa maskar. I (Maskimagen, 2014) har det visat att de inte är beroende av varandra för att de får näringen vilket gör att det inte uppstår någon kontakt mellan varandra. De lever i andra organismers tarmar där de äter mat och suger blod.

Arten och människan

Diphyllobothrium latum är en platt parasit som kan orsaka infektioner hos människor. I (Folkhälsomyndigheten, 2013) framgår att partierna som drabbas av infektion med vuxna maskar, inte känner samma sak. Många patienter saknar symtom, några klagar över ökad aptit, matsmältningsbesvär och nervositet. Symtomen det producerar är mycket ospecifika vilket gör att det inte är så lätt att nå diagnos. Infektionen som orsakas av *Diphyllobothrium latum* kallas Diphyllobothriosis och är en tarmparasitisk zoonotisk infektion. Sjukdomen har också andra namn vilka är botryocephalus eller botryocephalosis,

Diphyllobothriosis kan orsaka skada hos människor, har inga positiva effekter. Mänsklig infektion med *Diphyllobothrium latum* kan sträcka sig ett asymptomatiskt tillstånd till milda gastrointestinala symtom till svåra fall av anemi samt luminal obstruktion (NCBI, 2021). Symtom som uppkommer vid infektion av bred binnikemask, är såsom trötthet, huvudvärk, allergiska reaktioner och ont i tungan när man äter. Ofta brukar patienter rapportera buksmärta, viktminskning, matsälningsstörningar, progressiv svaghet och symtom på perniciös anemi eftersom masken absorberar intag av vitamin B12 från mag-tarmkanalen (Medical Dicitionary, 2009).

Man kan bli smittad om man äter rå eller dåligt genomstekt/genomkokt sötvattensfisk som är infekterad. Larver i fiskköttet kan då överleva och följa med ner i människans tarm där de blir fullvuxna och lägger ägg, enligt (Folkhälsomyndigheten, 2013). *Diphyllobothrium latum* finns i lax fiskarter och i muskulaturen hos flera fiskarter i Nordamerika (gädda, gula abborre, gös och sauger), Europa och norra Asien (gädda, abborre, ruffe och lort) som det framgår i boken "Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Disease(Ninth Edition)" (Joseph D Mega, 2013).
Infektionen leder till att megaloblastisk anemi som är tillstånd med onormal mognad av röda blodkroppar i benmärgen, av vitamin B12-brist. Som det framgår i 2 Mandell, Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases (Eighth Edition)" (Charles H& Jessica K, 2015) att Brist på vitamin B12 kan vara tillräckligt allvarlig för att orsaka skada på nervsystemet, inklusive perifer neuropati och allvarlig kombinerad degeneration av centrala nervsystemet (CNS).

Behandling

Man kan behandla infektionen av de vuxna maskarna med hjälp av Praziquantel, ett anthelmintiskt läkemedel som påverkar kalcium i parasiten, förhindrar det och förhindrar att det fäster vid tarmens väggar. Dessutom förändrar detta läkemedel absorptionen av adenosin, så masken kan inte syntetisera puriner eftersom den inte kan växa och reproducera, enligt (Stanford University, 2009). Den bästa profylaktiska behandlingen är att undvika att konsumera rå, rökt eller inlagd fisk. Inte bara det här utan även undvika att köpa fisk som är frusna.

2 Material och metod

Arbetet med denna art är inte inte så lätt att få så många information, särskilt att hitta böcker som handlar om den. Lyckligtvis har det kunnat hitta flera tryckkällor som berättar om aten och deras egenskaper . I detta arbetet har det använt i stort sett webbsidor som källor för att kunna besvara frågor som handlar om artens beteende, utseende, artens kroppsbyggnaden och funktion och livscykel. Innan jag börjar läsa om min art och vad som är typisk för den, läste jag om bandmaskar för att arten tillhör bandmaskar. Då kommer man en övergripande bild om vilka egenskaper dessa arten har, trots att bandmaskar uppdelas till två underklasser. Det har också varit väldigt fördelaktig att några information om plattmaskar har htta i biologiboken "SPIRA, biologi 1" som hjälps med att förstå kroppsbyggnad hos arten. All dess information om arten har den hittat från olika webbsidor som är i stort sett pålitliga. Arbetet inleds med att först läsa många webbsidor och försöka sedan plocka all information som handlar om frågorna. Informationen som finns i webbsidor används i arbetet men inte förrän att läsa lite grand om webbsidor om de är pålitliga eller ej. För att kunna förstå bättre artens kroppsbyggnad har det också används bilder som hjälpmedel för att kunna studera ämnet. Dessa bilder kan på något sätt tydliggöra och visa vilka delar och strukturer som finns i arten och gissa vilka funktioner kommer de att ha.

3 Diskussion

I detta arbete har det visat att bred binnikemasken betraktas en av de längsta parasitiska maskarna vilket det kan anses vara en stort fara för människan om de förs in i kroppen. Eftersom den skaffar sig föda genom att absorbera mat och näringen från människans tunntarmen kan det leda till att kroppen för inte tillräckligt med vitaminer och näringen som den måste ha. Detta kan leda till att vissa organ inte fungerar som vanligt, till att man får blodbrist eftersom denna art absorberar också blod. Utöver detta kan den kasta upp till en miljon ägg varje dag vilket löper risk att de kommer att öka väldigt snabbt om man inte hindrar deras reproduktion. Att masken alltid fäster vid människans tunntarm kan det betyda att den inte låter tunntarmen att vila utan den försöker alltid vara aktiv för att observera näring och föda så mycket som möjligt. Bristen på B12 vitaminer som bred binnikemasken orsakar, kan det att kroppen inte fungerar bra särskilt nervsystem

som kommer att bli påverkat när det sker brist på denna typ av vitaminen. Problemet är att denna typ av masken nöjer sig inte med bestämda portioner vilket kan leda att de växer snabbt. Ju större en masken är desto mer den tar upp näringen från kroppen, detta kan leda att man man känner sig inte mätt alltså äta mer än tidigare på grund av förlusten av näringen som går åt masken. Bland annat kan denna mask smitta andra vilket kan göra att situationen blir värre och värre och antalet smittade ökar successivt. Med tanken på att den tar upp näringen från kroppen, det kan då göra att kroppen inte får näringen som det krävs vilket kommer att exempelvis att påverka mest barns tillväxt. De kommer inte få möjlighet att växta som de inte har denna mask.

Tidigare har det nämnt att masken producerar ägg upp till en miljoner, allt dess sker med hjälp av körtlar som om de styr produceringen av ägg. Därför skulle man fördelaktig att man jobba med att störa och inaktiverar dem, men som behandlingen till infektioner som orsakas av masken kan det används läkemedel. I frågan om hur man får masken in i kroppen, så skulle man börjar därifrån att försöka kontrollera den minsta och den stora om maten som kommer från havet. Människor som tillhör riskgrupp är de som äter mer havsmat, I skandinaviska länder brukar i regelbundet äta mat vilket de blir mest hotade att få masken ifall maten är inte ordentligt kokt.

Informationen som har framgått i detta arbete, kan det vara tillräckligt till att man förstår hur masken ser ut, hur den påverkar människan och vilka symtom man har om den bli infekterad av masken. Om man tänker på att fördjupa sig mer om masken, skulle dess information inte räcka till att besvara alla funderingar som man har om ämnet. Vad det gäller om maskens beteende står det inte mycket information om detta, därför får man så mycket kunskap i detta arbete om hur den beter sig i. Allmänt kan man uppfatta i högre grad vilken fara den kan orsaka hos människan, vilken behandling man kan få för att bota och vilket sätt masken kommer in i kroppen.

Referens

Garcia, Hector H., & Wicht, Barbara., & Scholz, Tomas., & Kuchta, Roman., 2009. “Update on the Human Broad Taperworm (Genus Diphyllobothrium), Including Clinical Relevance” [www]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2620636/> Hämtad 11 April 2021.

Diemert, David J., 2017d . “Cestode and Trematode Infections” In: “Infectious Diseases” [www].<https://www.sciencedirect.com/topics/immunology-and-microbiology/diphyllobothrium-latum> Hämtad 11 April 2021.

Durrani, Muhammad I., & Basit, Hajira., & Blazar, Eric., 2012. “ Diphyllobothrium Latum” [www]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK540971> Hämtad 11 April 2021.

NE.se. [www].<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/bred-binnikemask> Hämtad 11 April 2021.

DPDx- Laboratory Identification of Parasites of Public Health Concern, 2019. “ Diphyllobothriasis” [www]. <https://www.cdc.gov/dpdx/diphyllobothriasis/index.html> Hämtad 11 April 2021.

McConnaughey, M, 2014. “ Life Cycle of Parasites” In: Reference Module in Biomedical Sciences” [www] <https://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology- and-pharmaceutical-science/diphyllobothrium-latum> hämtad 11 April 2021.

Nestor, Linda., 2014. “ Binnikemask (bandmask)” [www]. <https://maskimagen.se/_binnikemask-bandmask/ > Hämtad 11 April 2021.

Folkhälsomyndigheten. [www] (2013-10-17). <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/smittsamma-sjukdomar/bandmask-/ > Hämtad 11 April 2021.

Warbletoncouncil. “Diphyllobothrium Latum: morfologi, livscykel, symtom” [www] <https://sv.warbletoncouncil.org/diphyllobothrium-latum-3921> Hämtad 11 April 2021.

Symposium proceedi. “ Diphyllobothrium latum and human nutrition, with particular reference to vitamin B,, deficiency” [www] <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/641CB67A6D5E2A8D92DEAF28372C60AE/S0029665163000070a.pdf/diphyllobothrium_latum_and_human_nutrition_with_particular_reference_to_vitamin_b12_deficiency.pdf> Hämtad 11 April 2021.

Horak DVSc, Ivan G., & Kok DSc, Dawie J., 2019. “ Platyhelminthes" In: " Parasiticide Scresning, Volume 2” [www]. <https://www.sciencedirect.com/topics/immunology -and-microbiology/diphyllobothrium-latum> Hämtad 11 April 2021.

Kruse, Dan., & Herhilan, Sarah., 2010. “ Diphyllobothrium latum” [www] <https://animaldiversity.org/accounts/Diphyllobothrium_latum> Hämtad 11 April 2021.

Stanford University, 2009, “ Diphyllobothrium latum, the fish or broad tapeworm” [www]. <https://web.stanford .edu /group/parasites/ParaSites2009/JackHunt_Diphyllobothrium/JackHunt_Diphyllobothrium.htm> Hämrad 11 April 2021.

Medical dictionary, 2009. “ Diphyllobothrium latum” [www] < https://medical-dictionary. thefreedictionary .com/Dibothriocephalus+latus > Hämtad 11 April 2021.

Mega, Joseph D., & Gilman, Robert H., 2013. “ Tapeworm infections” In: “Hunter’s Tropical Medicine and Emerging infectious Disease” <https://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/diphyllobothrium-latum> Hämtad 11 April 2021.

Björndahl, Gunnar., & Landgren, Birgitta., & Thyberg, Mikael., 2011. SPIRA Biologi 1, Liber, Stockholm.