

1. INLEDNING

Plasmodium falciparum är en encellig, eukaryotisk sjukdomsframkallande protozo.

Organismen är en art inom släktet *Plasmodium* och ligger bakom den allvarligaste formen av sjukdomen *malaria* som drabbar människor. Det här arbetet fokuserar på att redogöra för artens kännetecken och vad som möjliggör dess stora spridning samt att svara på och studera grundläggande frågor om organismens levnadssätt. Syftet är att skapa en ökad förståelse för naturens mindre organismer och deras påverkan på oss människor.

1.1 Frågeställningar

- Vilken är artens placering i systematiken?
- Hur ser *Plasmodium falciparum*s anatomi och fysiologi ut?
- Hur lever arten?
- Hur påverkar/påverkas *Plasmodium falciparum* av människan?
- Vad skiljer *Plasmodium falciparum* från andra organismer inom släktet *Plasmodium*?
- Vilka är skillnaderna mellan *Plasmodium falciparum* och *Giardia lamblia* som också är en sjukdomsframkallande protozo vilken vi har i Sverige?

2. METOD

För att samla information till denna uppsats har jag valt att använda mig av både litteratur och artiklar på internet. Litteraturen innefattar litteratur i form av filer på internet. Det här arbetet har innehållit sökande efter källor, och jämförelser källorna emellan. Relevant information rörande ämnet har antecknats för att sedan sammanställas och redovisas i denna uppsats. Diskussionen har baserats på egen kunskap samt den information författaren fått till sig genom de redovisade källorna.

3. RESULTAT

3.1 Definition och bakgrund

Plasmodium falciparum (P. falciparum) är en encellig, eukaryot, protozoisk, sjukdomsframkallande parasit.¹ Protozo (*protozoa*) kallas encelliga eukaryota organismer som har egenskaper som normalt kan förknippas med djur. Exempel på sådana egenskaper kan vara förmåga till rörlighet och avsaknad av fotosyntes. Protozoer kallades till en början *urdjur* eftersom att de ansågs vara de första djuren på jorden. Nyare forskning har dock visat att djur har närmare släktband med svampar än med protozoer.²

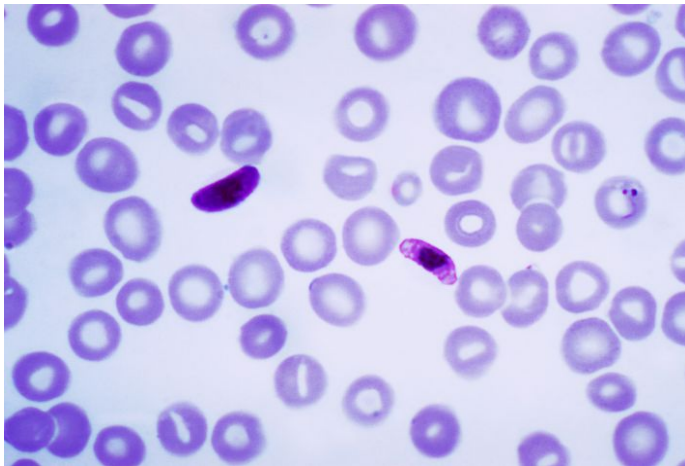
Plasmodium falciparum är en parasit inom släktet *Plasmodium* som står för förekomsten av sjukdomen malaria. Mänsklig malaria orsakas av Plasmodiumarterna P. falciparum, P. malariae, P. ovale och P. vivax. Parasiten överförs genom honliga malariamyggor, kallade

¹ Wikipedia. 2020. *Plasmodium falciparum*.

https://en.wikipedia.org/wiki/Plasmodium_falciparum#Origin_and_evolution (Hämtad 2020-04-01)

² Wikipedia. 2019. *Protozoer*. <https://sv.wikipedia.org/wiki/Protozoer> (Hämtad 2020-04-02)

*Anopheles*myggor, oftast mellan skymning och gryning, när myggan är som mest aktiv.³ Släktets namn, *Plasmodium*, kommer från det grekiska ordet *plasma* och betyder *fantasi* eller *fantasiskapelse*. Detta tror man grundar sig i att man länge antog att dessa parasiter fanns, men ännu inte kunde identifiera dem.⁴ *P. falciparum* är den organism som alstrar den allvarligaste formen av malaria, detta på grund av dess utbredda spridning och höga dödlighet. Den förekommer främst i tropiska områden, men smittrisen varierar stort mellan olika områden. De flesta människor i Sverige som smittats av malaria har blivit smittade i Afrika, och 80 procent av dessa fall har registrerats vara orsakade av *P. falciparum*.⁵



Blodutstryk av *Plasmodium falciparum* (Figur 1.)

3.2 Systematik

*Plasmodium falciparum*s indelning i systematiken ser ut som följer:

Domän: *Eukaryoter*.

Rike: *Chromista*.

Stam: *Apicomplexa*.

Klass: *Aconoidasida*.

Ordning: *Haemosporoida*.

Familj: *Plasmodiidae*.

Släkte: *Plasmodium*.⁶

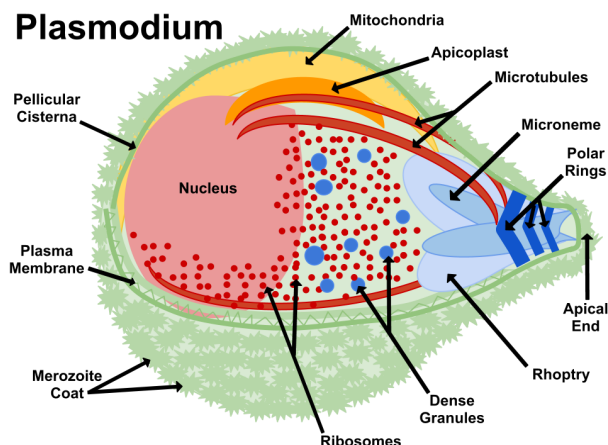
³ WHO. u.å. *Malaria*. <https://www.who.int/ith/diseases/malaria/en/> (Hämtad 2020-04-01)

⁴ Vanhoenacker, Didrik. 2016. *Malariamyggor*. Naturhistoriska Riksmuséet. <https://www.nrm.se/faktaomnaturenochrymden/djur/insekterochspindeldjur/flugorochmyggor/malariamyggor.80.html> (Hämtad 2020-04-01)

⁵ Folkhälsomyndigheten. 2019. *Sjukdomsinformation om malaria*. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/smittsamma-sjukdomar/malaria/> (Hämtad 2020-04-01)

⁶ Wikipedia. 2019. *Plasmodium falciparum*. https://sv.wikipedia.org/wiki/Plasmodium_falciparum (Hämtad 2020-04-01)

3.3 Anatomi och fysiologi



Plasmodium anatomi (Figur 2.)

Plasmodium falciparum har ingen fast struktur. Den genomgår olika stadier i sin livscykel som ger olika strukturer.⁷ Arten *Plasmodium* har många organeller som ofta återfinns i andra eukaryoter. Organismens genom består av fjorton stycken kromosomer inuti cellkärnan. Under största delen av sin livscykel har *Plasmodium* enbart en enkel genuppsättning, men denna dubblas under en kort tid inför sexuell fortplantning. Fäst till cellkärnan finns det endoplasmatiska nätverket som erhåller liknande funktioner som i andra eukaryoter. Proteiner finns i ribosomerna som fäster på det endoplasmatiska nätverket. Proteiner flyttas senare till golgiapparaten, för att slutligen utsöndras till olika cellfunktioner.⁸

I slutet av parasiten finns organeller som är specialiserade på att utsöndra effektorer i värddjuret. *Plasmodium* innehåller även andra organeller som exempelvis *rhoptries*, vilka är viktiga när parasiten invaderar värdcellen. Det finns även mindre strukturer kallade *mikronemer* som är nödvändiga för parasitens mobilitet. *Plasmodium*arterna innehåller även organeller som uppkommit genom symbios med andra tidiga prokaryoter, nämligen *mitokondrien* och *apicoplasten*. Båda har en stor roll i organismens ämnesomsättning. Det som skiljer *Plasmodium* från andra eukaryoter är det faktum att parasiten endast har en enda stor mitokondrie. Denna innehåller dock samma funktion som hos andra eukaryoter då den omvandlar energi i form av ATP. *Apicoplasten* uppkom genom en sekundär symbios då en rödalg upptogs av den primitiva *Plasmodium*arten.⁹

Precis som hos många andra levande organismer är socker en viktig energikälla även för *Plasmodium falciparum*. Transport av socker in i cellen sker genom ett transportprotein kallat *PfHT1*. Proteinets funktion är att fungera som ingång genom cellmembranet medelst vilken sockret kan passera. Genom att studera och klargöra proteinets atomstruktur kan man få mer kunskap om

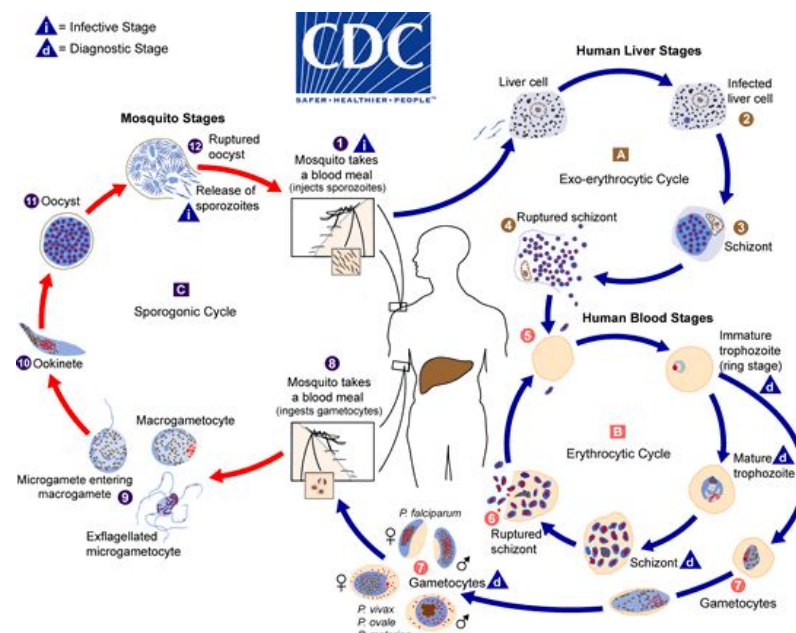
⁷ Wikipedia. 2020. *Plasmodium falciparum*.

⁸ Wikipedia. 2019. *Plasmodium*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Plasmodium> (Hämtad 2020-04-03)

⁹ Ibid.

de processer som sker för att glukos ska kunna transporteras in i parasiten. Denna forskning bidrar till kunskap om hur man kan få malariaparasitens tillväxt att stanna av. Transporten av glukos i parasiten liknar den som sker i människans hjärna, men skillnaden är att *P. falciparum* är mycket mer anpassningsbar eftersom att den även kan ta upp andra sockerarter än glukos, exempelvis *fruktos*. Detta leder till att den är mer motståndskraftig och därigenom har fått en evolutionär fördel.¹⁰

3.4 Levnadssätt



Plasmodiums livscykel (Figur 3.)

Det som gör att Plasmodium falciparum kan orsaka sjukdomar hos en värdcell härleder från dess förmåga att under utvecklingsstadiet i blodet bryta ner fysiologin hos sin värd.¹¹ Plasmodium falciparums livscykel är komplicerad och utspelar sig i två värdar, Anophelesmyggan och människan. Malariaparasiten överförs från Anophelesmyggans spottkörtlar till människan.¹² En människa som blivit stucken av en malariamygga får i sig Plasmodium-sporozoiter (ett utvecklingsstadium) via myggans saliv. Sporozoiterna genomgår därefter ett exerythrocytstadium i endotelcellerna,¹³ vilka är ett lager av celler som täcker blodkärlens insida.¹⁴ Endotelcellerna finns i bland annat levern, mjälten, och lungorna.¹⁵ *P. falciparum* fortplantar sig i levercellerna¹⁶ och bildar schizozoiter. Schizozoiterna fortsätter

¹⁰ Stockholms universitet. 2020. forskning.se.

<https://www.forskning.se/2020/01/29/sa-tar-malariaparasiter-upp-socker/> (Hämtad 2020-04-01)

¹¹ ScienceDirect. 2013. *Plasmodium falciparum*.

<https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/plasmodium-falciparum> (Hämtad 2020-04-01)

¹² Vanhoenacker, Didrik. 2016. *Malariamyggor*.

¹³ Vanhoenacker, Didrik. 2016. *Malariamyggor*.

¹⁴ Wikipedia. 2020. *Endotel*. <https://sv.wikipedia.org/wiki/Endotel> (Hämtad 2020-04-04)

¹⁵ Vanhoenacker, Didrik. 2016. *Malariamyggor*.

¹⁶ Centers for Disease Control and Prevention. 2018. *Lifecycle*.

<https://www.cdc.gov/malaria/about/biology/index.html#> (Hämtad 2020-04-02)

sedan till blodet där de tränger in i varsin erythrocyt (röda blodkroppar), växer och förökar sig asexuellt. *P. falciparum* konsumerar också hemoglobin i blodkropparna och förändrar sin värdcell.¹⁷

Efter 48 timmar sprängs de röda blodkropparna, vilket medför att schizozoiterna utsöndras i blodet tillsammans med olika nedbrytningsprodukter. Dessa nedbrytningsprodukter är giftiga för värdjuret, som i det här fallet är människan, och ger därför symptom som feber.¹⁸ I och med explosionen frigörs dotterparasiter kallade merozoiter som fortsätter cykeln genom att invadera nya röda blodkroppar.¹⁹ Därefter övergår *P. falciparum* till utvecklingsstadierna då de blir makro- och mikrogamonter (det finns hanliga och honliga former), för att sedan vila i varsin blodkropp. Om en Anophelesmygga nu suger blod av den smittade människan får denna i sig mikro- respektive mikrogamonter. Gamonerna förflyttas till myggans mage varpå de fortplantar sig sexuellt och det bildas makrogameter och mikrogameter. Mikrogameten assimileras med en makrogamet och det bildas en zygot.²⁰

Efter 8 till 10 dagar har sporozoiterna uppstått. Sporozoiterna förflyttar sig nu från myggans mage, genom blodet, och åter till spottkörtlarna. När myggan sedan suger blod från en människa injiceras sporozoiterna tillsammans med antikoagulerande saliv. Sporozoiterna färdas sedan till levern via blodet, och en ny livscykel börjar. Människan sprider alltså *Plasmodium falciparum* till myggor, medan myggor sprider parasiten från en människa till en annan. Myggorna påverkas emellertid inte negativt av parasiten.²¹

3.5 *Plasmodium falciparum* och människan

På 1800-talet var malaria en vanlig folksjukdom i Sverige.²² Längre trodde forskare världen över att malaria orsakades av bakterier, men år 1880 upptäckte den franska läkaren Alphonse Laveran²³ att det är en protozo som ger upphov till sjukdomen. Senare, år 1898, konstaterade en man vid namn Ronald Ross att protozoen överförs till människan av malariamyggan *Anopheles*.²⁴

Malaria orsakad av *P. falciparum* ger ofta symptom som feber, frossa, muskelsmär och muskelsvaghet, kräkningar, hosta, diarré samt magont. Även mer allvarliga komplikationer kan uppstå, som till exempel organsvikt. Komplikationerna kan också efterföljas av koma och slutligen död. De tidigaste symptomen av malaria kan vara svåra att identifiera då de kan uppträda väldigt mildt. *P. falciparum* kan vara dödlig för människor om behandling inte erhålls inom 24 timmar från den punkt att individen uppvisar symptom.²⁵ Inkubationstiden för *P.*

¹⁷ ScienceDirect. 2013. *Plasmodium falciparum*.

¹⁸ Vanhoenacker, Didrik. 2016. *Malariamyggor*.

¹⁹ Centers for Disease Control and Prevention. 2018. *Lifecycle*.

²⁰ Vanhoenacker, Didrik. 2016. *Malariamyggor*.

²¹ Centers for Disease Control and Prevention. 2018. *Lifecycle*.

²² Vanhoenacker, Didrik. 2016. *Malariamyggor*.

²³ Wikipedia. 2019. *Plasmodium malariae*.

²⁴ Vanhoenacker, Didrik. 2016. *Malariamyggor*.

²⁵ WHO. u.å. *Malaria*.

falciparum är generellt två till fyra veckor, men den kan i vissa fall uppgå till tre månader.²⁶ År 2018 orsakade P. falciparum 405 000 dödsfall i världen.²⁷ Barn och gravida tillhör en extra stor riskgrupp.²⁸

3.6 Jämförelser inom arten Plasmodium

Plasmodium falciparum är den parasit inom plasmodiumsläktet som orsakar den allvarligaste formen av malaria.²⁹ Det finns dock även andra arter inom släktet som kan ge allvarliga symptom. Av de människor som smittats av malaria i Asien eller Syd- och mellanamerika är det Plasmodium vivax (P. vivax) som ligger bakom drygt 80% av fallen. P. vivax har funnits i Sverige fram till 1930 talet, då den försvann, troligen på grund av att bland annat jordbruket eliminerade Anophelesmyggornas kläckningsmöjligheter.³⁰ En mildare form av malaria är den art som kallas Plasmodium malariae (P. malariae). En människa som smittats av P. malariae kan dock få tidiga sjukdomstecken som liknar de hos P. falciparum och P. vivax.³¹

P. malariae är den Plasmodiumart vilken smittar människor som studerats minst eftersom att den orsakar ett mildare sjukdomsförlopp och en låg spridning. Detta till skillnad från P. falciparum som är en av de vanligaste arterna och därför har studerats i större utsträckning. På grund av svårigheten att fastställa ett fall av P. malariae finns det ett stort mörkertal där många fall inte är rapporterade.³²

Många av de malariaframkallande parasiterna, inklusive P. falciparum, har visat tecken på läkemedelsresistens som försvårar utrotningen av malaria. P. malariae är en av de arter som däremot inte visat tecken på resistens mot nuvarande läkemedel. En människa som smittats av P. malariae uppvisar oftast inte några symptom i sjukdomsförloppets första del. Det är när parasiten invaderar de röda blodkropparna och dessa spricker som de första symptomen visar sig. Detta liknar förloppet hos P. falciparum där feber är den inledande effekten. P. malariae ger symptom som hög feber, illamående, huvudvärk, magont, kräkningar eller muskelvärk (*myalgi*). En betydande skillnad mellan P. malariae och P. falciparum är det faktum att parasitens livscykel ser annorlunda ut. P. malariae har en livscykel som sträcker sig över 72 timmar och medför att den smittade människan upplever feberanfall som i regel återkommer var fjärde dag. Detta är en av orsakerna till det mildare sjukdomsförloppet hos av P. malariae. En annan orsak är att parasiten främst invaderar äldre erythrocyter.³³

²⁶ Folkhälsomyndigheten. 2019. *Sjukdomsinformation om malaria*.

²⁷ Wikipedia. 2020. *Plasmodium falciparum*.

²⁸ ScienceDirect. 2013. *Plasmodium falciparum*.

²⁹ WHO. u.å. *Malaria*.

³⁰ Folkhälsomyndigheten. 2019. *Sjukdomsinformation om malaria*.

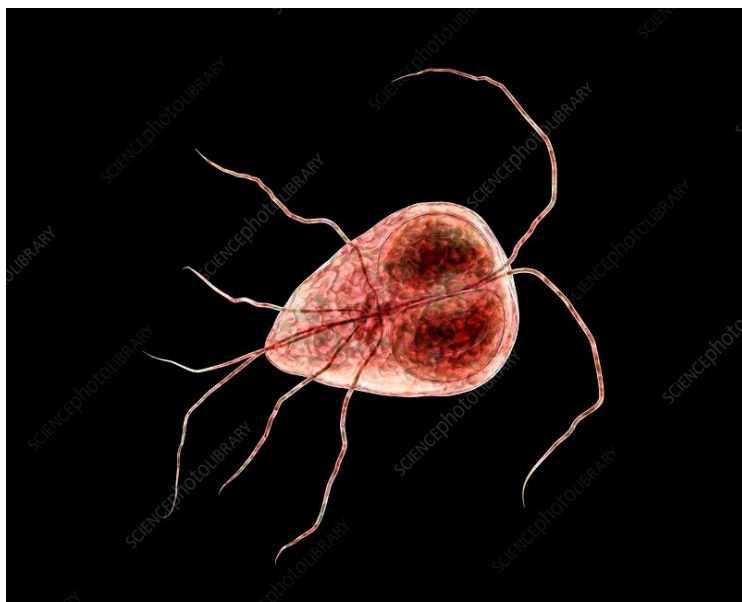
³¹ Taylor, Terrie. Agbenyega, Tsiri. 2013. *Malaria*. Science Direct.

<https://www.sciencedirect.com/topics/immunology-and-microbiology/plasmodium-malariae> (Hämtad 2020-04-03)

³² Wikipedia. 2019. *Plasmodium malariae*. https://sv.wikipedia.org/wiki/Plasmodium_malariae (Hämtad 2020-04-03)

³³ Wikipedia. 2019. *Plasmodium malariae*.

3.7 Jämförelser med *Giardia lamblia*



Giardia lamblia, sedd i förstoring (Figur 4)

Giardia lamblia (*G. lamblia*) är en sjukdomsframkallande encellig protozo, precis som *Plasmodium falciparum*. *G. lamblia* förekommer till skillnad från *P. falciparum* fortfarande i Sverige, men parasiten har även en global spridning och kan existera i de flesta däggdjur. *G. lamblia* ger upphov till den sjukdom som kallas *giardiasinfektion*.³⁴ Giardiasinfektion är, likt malaria, väldigt utbredd i främst tropiska områden.³⁵ Av de 1 500 fall av giardiasinfektion som rapporteras årligen i Sverige har de flesta människor smittats utomlands, även om inhemska fall även förekommer. Vanligast är att giardiasinfektion upptäcks på förskolor eller i barnfamiljer, men det har även hänt att smittan spridits genom vatten. Organismen uppträder i två former: *vegetativ form* i tarmen (kallas *trofozoit*) och som *vilostadium (cysta)*. Cystorna är den smittsamma formen. De är tämligen motståndskraftiga och kan överleva i temperaturer mellan 0 och 60 grader celsius. Precis som *P. falciparum* kan *G. lamblia* inte fortplanta sig utanför sitt värdjur. *G. lamblia* utsöndras via avföring, och smittar därför ofta genom avföringsförorenat vatten, men kan även spridas via livsmedel. En annan smittväg kan vara genom sexuell kontakt.³⁶

En person som smittats av *G. lamblia*, och således fått giardiasinfektion, har en infektion i övre delen av tunntarmen.³⁷ *Plasmodium falciparum* orsakar sjukdom genom dess förmåga att ändra fysiologin hos sin värdcell,³⁸ men det är ännu inte känt hur *Giardia lamblia* orsakar

³⁴ Folkhälsomyndigheten. 2016. *Sjukdomsinformation om giardiasinfektion*. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/smittsamma-sjukdomar/giardiasinfektion/> (Hämtad 2020-04-03)

³⁵ Regeringen. u.å. *Extraordinärt smittskydd. Överväganden*. Sid. 197. <https://www.regeringen.se/49b6b4/contentassets/ae72aa26561e4dcaad9e9a17d94ac189/del-2-t.o.m.-bilaga-4> (Hämtad 2020-04-06)

³⁶ Folkhälsomyndigheten. 2016. *Sjukdomsinformation om giardiasinfektion*.

³⁷ Ibid.

³⁸ ScienceDirect. 2013. *Plasmodium falciparum*.

sjukdom. Många kan vara bärare av parasiten utan att känna några symptom alls, medan andra får symptom som till exempel långvarig diarée och magkramper samt trötthet och viktminskning. "Diagnos ställs genom att cystor (ibland trofozoiter) påvisas i avföringsprov (mikroskopi)." (Folkhälsomyndigheten, 2016). Behandling av giardiainfektion innefattar antibiotika. Giardiainfektion klassas av smittskyddslagen som en allmänfarlig, smittspåringspliktig sjukdom.

4. DISKUSSION

Plasmodium falciparum är en sjukdomsframkallande, encellig, eukaryotisk protozo. Organismen klassas som en parasit och sprider sjukdomen malaria. Det som är speciellt med *P. falciparum* är dess långa och komplexa livscykel som utspelar sig i två värdar, både människa och mygga. I sin livscykel genomgår även parasiten både sexuella och asexuella faser under en till synes mycket komplicerad process. Denna process är mycket fascinerande att studera och det går att häpnas över organismens förmåga att leva i två helt olika organismer. Människan är ett däggdjur medan myggan är en insekt, men *P. falciparum* verkar vara så anpassningsbar och motståndskraftig att den klarar dessa skilda miljöer. Alla plasmodiumarter genomgår samma livscykel. Plasmodiumarterna förändrar även sin värdcell och lever genom att bland annat konsumera hemoglobin inuti erytrocyterna. Dessa egenskaper har förmodligen gjort släktet väldigt framgångsrikt. Detta eftersom att det finns föda i stor utsträckning, men också för att de har förmågan att förändra värdcellen och anpassa denna efter sig själva. Denna förmåga ger arten högre fitness. Fitness handlar ju om hur bra anpassad en art är till miljön de lever i, och att som organism själv kunna förändra sin levnadsmiljö innebär att anpassningen kan bli individuell. I det här avseendet kan *Plasmodium falciparum* likna människan, då även vi människor anpassar vår miljö efter oss själva i form av till exempel boende och jordbruk.

Plasmodium falciparum är uppbyggd på liknande sätt som andra eukaryoter. Det finns dock några skillnader. En av dem är att den endast besitter en enda mitokondrie. Mitokondrien fungerar dock på samma sätt som hos andra organismer, så parasitens förmåga verkar inte försämrats av detta tillstånd. I övrigt går det att se flera likheter mellan *Plasmodium falciparum* och andra eukaryoter, speciellt det faktum att arten under evolutionens gång utvecklat organeller genom symbios med andra bakteriearter. Precis som hos andra eukaryoter har evolutionen enligt symbiosteorin försett Plasmodiumsläktet med organeller speciella för denna typ av eukaryot. Ett exempel på en sådan organell är apicoplasten. Det går att tänka sig att alla dessa organeller måste ha utvecklats över lång tid och under evolutionens gång anpassats till parasitens levnadssätt och miljö. När en organism anpassas till sin miljö får den bättre fitness och överlever i större utsträckning. Det i sin tur innebär att organismen har möjligheten att fortplanta sig och föra sina gener vidare, vilket i *Plasmodium falciparum*s fall skulle vara en fördel för parasiten och en nackdel för människan. Varje organism har som mål att fortplanta sig, men i *Plasmodium falciparum*s fall finns det en annan organism som vill utrota denna möjlighet. Med tanke på att vi människor ständigt arbetar med att hitta nya

läkemedel minskar vi *P. falciparum*s, och många andra organismers, fortplantningsmöjligheter, och ökar därmed våra egna.

Kopplingen mellan människor och malaria är stor. Det har bidragit till ett folkhälsoproblem som man försöker lösa genom att hitta effektiva botemedel. Genom att studera hur socker transporteras in i *P. falciparum*s celler och transportproteinets atomstruktur tror forskare att man ska kunna utveckla en större förståelse för parasiten och således förhoppningsvis kunna se hur malariaparasitens tillväxt kan stanna av. Detta skulle vara en enorm framgång och många liv skulle kunna räddas. *Plasmodium falciparum* orsakade enskilt nästan en halv miljon dödsfall i världen år 2018. Genom att lära sig hur parasitens mekanismer fungerar bör man kunna utveckla forskningen om botemedel ytterligare i framtiden. Det är många komponenter som spelar in i en organisms beteende. Arv och miljö är en stor bidragande faktor och genom att studera hur dessa komponenter påverkar malariaparasiterna kanske man kan få en större bild över dess funktion. En sådan kartläggning kan i sin tur leda till möjligheten att förutse parasitens framtida utveckling, varefter effektivare läkemedel kan skapas.

Plasmodium falciparum är en väldigt anpassningsbar parasit. Det har gett den evolutionära fördelar i form av motståndskraftighet, något som har gjort att den har utvecklat resistens mot vissa malarialäkemedel. Läkemedelsresistens är ett stort problem i dag, vilket betyder att vi måste forska fram nya alternativ. *Plasmodium falciparum* är den malariaparasit som ger de allvarligaste komplikationerna och skulle läkemedelsresistensen sprida sig så pass mycket att parasiten inte längre påverkas av den skulle nog dödstaten hos den mänskliga befolkningen stiga kraftigt.

Malaria var en vanlig folksjukdom i Sverige på 1800-talet. Längre trodde man att sjukdomen var orsakat av en bakterie. Okunskapen om organismen och dess uppbyggnad måste ha medfört att man inte kunde behandla malaria på rätt sätt. Kan man inte möta sjukdomarna med rätt medel är det svårare att minska spridning, vilket i detta fall kanske bidrog till organismens utbredning. När jordbruket blev mer utbrett i Sverige och Industrialismen senare tog fart försvann myggans kläkningsmöjligheter i och med att vi byggde bättre hus där myggorna inte kunde övervintra på samma sätt. Malaria förekommer idag främst i tropiska områden, vilket förklaras med att *Anopheles*myggan trivs bättre i varmare, lite fuktiga miljöer eftersom att det är en lämplig miljö för mygglarver att kläckas i. I tropiska områden bygger man kanske inte för att behålla värme på samma sätt som vi gör i Sverige och därför inte heller lika täta hus. Detta är något som skulle kunna öppna möjligheter för myggorna att lättare hitta in i husen för övervintring. När *Anopheles*myggorna blev färre i antal i Sverige måste det ha blivit en så stor geografisk isolering att *Plasmodium* inte längre kunde spridas. Kanske är det en bättre byggindustri världen över som kan bidra till en årlig minskning av sjukdomsfall i malaria?

Jämförelser med andra encelliga, eukaryota protozoer har tagits upp i detta arbete för att skapa en större bild av ämnet. Organismen *Giardia lamblia* är likt *Plasmodium falciparum* sjukdomsframkallande i och med att den ger upphov till det som kallas giardiainfektion. Det går att se flera likheter mellan *G. lamblia* och *P. falciparum*, i synnerhet dess härkomst. *G. lamblia* förekommer främst, precis som *P. falciparum*, i tropiska områden, men finns än i dag i Sverige. Det väcker funderingar över huruvida temperaturen, i vilken protozoer trivs, har en stor påverkan på dess spridning? Giardiainfektion hittas främst i barnfamiljer och på förskolor. Detta leder direkt till tankegångar kring att hygien måste ha en stor påverkan på spridningen. Infektionen sprids främst via vägen avföring-mun, vilket indikerar att en sådan kontakt och felaktig handhygien förmodligen påverkat utbredningen.

5. SLUTSATS

Plasmodium falciparum är alltså en anpassningsbar och motståndskraftig parasit. Den har ett levnadssätt jag inte hört om tidigare och det är intressant att läsa om parasiten som ligger bakom den stora och hotfulla sjukdomen malaria. Jag kan definitivt se den evolutionära anpassningen hos organismen då den ständigt verkar ha utvecklats för att på speciella sätt överleva. Det som väcker extra mycket förundran är dess komplexa livscykel och motståndskraftighet. Det här arbetet har definitivt skänkt en inblick i naturens minsta organismers liv och visat hur anpassade naturens organismer är till miljön de lever i.

6. REFERENSER

- Centers for Disease Control and Prevention. 2018. *Lifecycle*.
<https://www.cdc.gov/malaria/about/biology/index.html#> (Hämtad 2020-04-02)
- Folkhälsomyndigheten. 2016. Sjukdomsinformation om giardiainfektion.
<https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/smittsamma-sjukdomar/giardiainfektion/> (Hämtad 2020-04-03)
- Folkhälsomyndigheten. 2019. Sjukdomsinformation om malaria.
<https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/smittsamma-sjukdomar/malaria/> (Hämtad 2020-04-01)
- Regeringen. u.å. Extraordinärt smittskydd. Överväganden. Sid. 197.
<https://www.regeringen.se/49b6b4/contentassets/ae72aa26561e4dcaad9e9a17d94ac189/del-2-t.o.m.-bilaga-4> (Hämtad 2020-04-06)
- ScienceDirect. 2013. *Plasmodium falciparum*.
<https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/plasmodium-falciparum> (Hämtad 2020-04-01)
- Stockholms universitet. 2020. forskning.se.
<https://www.forskning.se/2020/01/29/sa-tar-malariaparasiter-upp-socker/> (Hämtad 2020-04-01)
- Taylor, Terrie. Agbenyega, Tsiri. 2013. Malaria. Science Direct.
<https://www.sciencedirect.com/topics/immunology-and-microbiology/plasmodium-malariae> (Hämtad 2020-04-03)
- Vanhoenacker, Didrik. 2016. Malariamyggor. Naturhistoriska Riksmuséet.
<https://www.nrm.se/faktaomnaturenochrymden/djur/insekterochspindeldjur/flugorochmyggor/malariamyggor.80.html> (Hämtad 2020-04-01)
- WHO. u.å. Malaria. <https://www.who.int/ith/diseases/malaria/en/> (Hämtad 2020-04-01)
- Wikipedia. 2020. *Endotel*. <https://sv.wikipedia.org/wiki/Endotel> (Hämtad 2020-04-04)
- Wikipedia. 2019. *Plasmodium falciparum*.
https://sv.wikipedia.org/wiki/Plasmodium_falciparum (Hämtad 2020-04-01)
- Wikipedia. 2020. *Plasmodium falciparum*.
https://en.wikipedia.org/wiki/Plasmodium_falciparum#Origin_and_evolution (Hämtad 2020-04-01)
- Wikipedia. 2019. *Plasmodium*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Plasmodium> (Hämtad 2020-04-03)

Wikipedia. 2019. Plasmodium malariae. https://sv.wikipedia.org/wiki/Plasmodium_malariae (Hämtad 2020-04-03)

Wikipedia. 2019. Protozoer. <https://sv.wikipedia.org/wiki/Protozoer> (Hämtad 2020-04-02)

Figur 1.

https://sv.wikipedia.org/wiki/Plasmodium_falciparum

Figur 2.

https://www.google.com/search?q=plasmodium+anatomy&tbm=isch&ved=2ahUKEwjD4MrdzdboAhVMtyoKHxUiDUEQ2-cCegOIABAA&oq=plasmodium+anatomy&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECCMQJzIICAAQBxAeEBM6BggAEAcQHIDEC1iiGGCBGmgAcAB4AIABqAKIAfAJkgEFNy4yLjKYAQCgAQGqAQtn3Mtd2l6LWltZw&sclient=img&ei=I5mMXoPD EczuqgH1xLSIBA&bih=609&biw=1366&rlz=1CAQYUO_enSE854#imgrc=h2XOvDNSQ-04ZM

Figur 3.

<https://www.cdc.gov/malaria/about/biology/index.html>

Figur 4.

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.sciencephoto.com%2Fmedia%2F951714%2Fview%2Fgiardia-lambliia-parasite-illustration&psig=AOvVaw3nPoBHPIIdIJ43y4vZ6XGec&ust=1586267809407000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhxqFwoTCLCiwJ360-gCFQAAAAAdAAAAABAD>