



Jenni Kivikko ja Janika Suhonen

Borrelioosin vaikutus silmien terveyteen

Scoping-katsaus borrelioosin vaikutuksesta silmien terveyteen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Optometrismi (AMK)

Opinnäytetyö

31.10.2024

Tiivistelmä

Tekijät:	Janika Suhonen & Jenni Kivikko
Otsikko:	Borrelioosin vaikutus silmien terveyteen
Sivumäärä:	21 sivua
Aika:	31.10.2024
Tutkinto:	Optometrismi AMK
Tutkinto-ohjelma:	Optometrian tutkinto-ohjelma
Ohjaajat:	Lehtori Johanna Valtanen Lehtori Kajsa Sten

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuoda lisää tietoisuutta borrelioosin aiheuttamista silmäoireista kaikille hyvinvointialalla, mutta etenkin optometrian alalla työskenteleville henkilöille. Työn tavoitteena on kerätä tietoa borrelioosin taudinkuvasta ja esiintyvyydestä ympäri maailmaa. Työn tarkoituksena on tuoda esille oireita, jotka voivat liittyä näkemiseen tai aiheuttaa näköoireita. Opinnäytetyössä ei oteta kantaa tai käsitellä borrelioosin hoitomuotoja tai sen hoitoon liittyviä tutkimuksia.

Työssä käytetään kansainvälisiä tutkimuksia. Tutkimukset löytyivät käyttämällä hakukoneita ja kirjaston palveluita. Tutkimuksista löytyy yleisesti tietoa silmien rakenteesta, hermostosta, borrelioosista ja sen aiheuttamista näköoireista. Työssä keskitytään ensisijaisesti tutkimuksiin, jotka käsittelevät silmien terveyden, näköaistin ja borrelioosin yhteyttä.

Opinnäytetyö toteutettiin Scoping-katsauksena, koska aiheesta löytyy vähän tutkimustietoa. Scoping-katsauksen avulla pyritään tarkastelemaan olemassa olevaa tietoa, tutkimuksia ja näin kiteyttämään yleiskatsaus aiheesta. Tiedonkantahaku alustoina käytetty PubMed, MetCat Finna, Duodecim Oppiorttia.

Opinnäytetyö on hyvin ajankohtainen ilmastonmuutoksen myötä. Punkkikanta lisääntyy ja aiheesta ei ole aikaisemmin tehty näkemiseen liittyvää työtä. Jatkotutkimusmahdollisuuksia aiheeseen liittyen: borrelioosin hoito ja hoitomenetelmät, borrelioosin ennaltaehkäisy. Myös puutiaisaivokuume itse aiheena ajankohtainen.

Avainsanat: borrelioosi, lymen tauti, borrelioosin oireet, borrelioosin näköoireet, borrelioosin vaiheet, neuroborrelioosi, hermosto, scoping-katsaus

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Authors: Janika Suhonen & Jenni Kivikko
Title: Effect of Borreliosis on Eye Health
Number of Pages: 21 pages
Date: 31 October 2024

Degree: Bachelor of Health Care
Degree Programme: Optometry
Instructors: Johanna Valtanen, Senior Lecturer
Kajsa Sten, Senior Lecturer

The purpose of this thesis is to raise awareness of the eye symptoms caused by borreliosis, especially to those whose working in the wellbeing field and in the field of optometry. The purpose was to collect information about borreliosis and its prevalence worldwide, and also present symptoms that may be related to vision or cause visual symptoms. This thesis does not take a position or discuss borreliosis treatments or studies that are related to the treatment.

International studies were used in this thesis. The studies were found using search engines and library services. The studies generally included information about the structure of the eyes, the nervous system and the visual symptoms of borreliosis. This thesis focused primarily on studies describing the connection between eye health, vision and borreliosis.

The thesis was carried out as a scoping review to create a comprehensive overview of the topic. With the scoping review, the aim was to review existing information, studies and thus summarize an overview of the topic. The following search platforms were used: PubMed, MetCat Finna and Duodecim Oppiportti.

The work is relevant due to climate change. The population of ticks is on the increase and no vision-related study has been done on the subject before. Further research opportunities that related to the topic include: borreliosis treatment and treatment methods, and borreliosis prevention. Tick borne encephalitis is also a relevant subject.

Keywords: borreliosis, Lyme disease, borreliosis symptoms, borreliosis visual symptoms, borreliosis stages, neuroborreliosis, nervous system, soping review

The originality of this thesis has been checked using Turnitin Originality Check service.

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Silmän toiminta ja rakenteet	2
	2.1 Hermosto	3
3	Borrelioosi	4
	3.1 Borreliosin eri tyypit ja vaiheet	5
	3.2 Varhainen vaihe ja varhain levinnyt vaihe	5
	3.3 Krooninen tai myöhäinen vaihe	6
	3.4 Neuroborrelioosi	8
	3.5 Levinneisyys Suomessa	8
4	Menetelmä	9
	4.1 Scoping-katsaus menetelmänä	10
5	Tutkimukset	10
6	Yhteenveto	13
7	Pohdinta	14
	Lähteet	17

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on borrelioosin yhteys silmien terveyteen ja sen tarkoituksena on tuoda lisää tietoisuutta punkkien levittämästä borrelioosista ja sen vaikutuksesta näkemiseen tai silmien rakenteisiin. Borrelioosia voidaan kutsua myös nimellä Lymen tauti. Työssä on käsitelty taudin syntyä, oireita ja leviämistä erilaisten tiedonlähteiden avulla. Työssä on tuotu esille borrelioosin aiheuttamia hermoston ja kehon oireita, mutta keskitytään erityisesti siihen, miten tauti vaikuttaa näkemiseen ja minkälaisia tulohehduksia tai oireita voi mahdollisesti silmien alueella ilmetä. Työ on suunnattu optometrian alalla työskenteleville. Työstä voi hyötyä myös muut henkilöt, koska maantieteellisesti Suomessa on paljon rannikkoseutua, jossa punkit viihtyvät ja ihmiset altistuvat niiden puremille.

Tiedonhaussa käytettiin kansainvälisiä tietokantoja, joihin oli pääsy Metropolian käyttäjänä. Optometrian alalla aiheesta ei ole aikaisempaa kirjallisuuskatsausta suomen kielellä. Punkkien levinneisyydestä on tehty artikkeleita ja tutkimuksia ympäri maailmaa ja ilmaston lämpenemisen vuoksi aihe on myös hyvin ajankohtainen. Aihe on monelle vieras ja varsinkin optometristin näkökulmasta. Työhön valittiin kansainvälisiä artikkeleita, joissa selkeästi ilmeni näköoireet ja borrelioosi. Taudin hoitomuodot ja tutkimukset, joissa ei ilmennyt näköoireita on tästä työstä poisrajattu.

Optometrian alalla työskenteleville työ voi olla hyödyllinen, kun käy ilmi asiakkaalla olevan borrelioosi eli Lymen tauti. Näin pystytään tutkimaan ja mahdollisesti yhdistämään taudin aiheuttamat näkemisen oireet. Näköoireiden lisäksi silmien terveydentilaan vaikuttavat borrelioosista johtuneet tekijät ovat tärkeä tuoda optikoiden tietoisuuteen, jotta osataan lähettää asiakas oireiden perusteella tarpeellisiin jatkotutkimuksiin. Opinnäytetyössä ei kuitenkaan oteta kantaa, miten optometrian alan ammattilaisen tulisi toimia aiheen kaltaisessa näöntutkimustilanteessa.

2 Silmän toiminta ja rakenteet

Silmän optisia rakenneosia ovat sarveiskalvo, pupilliaukko, mykiö, lasiainen sekä verkkokalvo. Valo kulkee yllä mainittujen rakenneosien kautta verkkokalvolle, josta hermosolut muuttavat valon sähköimpulssiksi näköaivokuorelle. (Stephen & Waxman 2013: 201). Silmien etuosassa sijaitsevien rakenteiden tehtävänä on suojata silmän sisällä olevia rakenteita. Sarveiskalvo on myös osana silmän taittovoimaa ja sitä päällystää kyynelneste. Sarveiskalvo taittaa noin 40–44 dioptriaa ja se on noin 70 % osuus koko silmän taittovoimasta. (Sridhar 2018: 190.) Kovakalvo muodostaa pallomaisen rakenteen, jonka pystyhalkaisija on noin 24 mm. Silmän takaosassa kovakalvo ja sidekudos yhdistyvät näköhermonpään rakenteisiin. (Boote ym. 2020: 2.)

Mykiö on läpinäkyvä ellipsoidinen elin, joka sijaitsee silmän etukammiossa. Se muuttaa muotoaan, kun tarkentaa valonsäteitä eri etäisyyksiltä verkkokalvolle selkeäksi kuvaksi. Tarkennuskyky riippuu mykiön biomekaanisista ominaisuuksista, kuten jäykkyydestä ja joustavuudesta. Tiiviisti toisiinsa järjestäytyneet solut ylläpitävät mykiön muotoa ja sen biomekaanisia ominaisuuksia. (Vu & Cheng 2023: 1–2.)

Silmän takaosassa sijaitseva verkkokalvo koostuu noin kymmenestä eri kerroksesta, joista kuusi sisältävät erilaisia neuroneja. Näköinformaation kehitys alkaa, kun valoenergia muuntautuu kalvojäännitteeksi fotoreseptoreissa ja fotoreseptorit vapauttavat välittäjäaineita. Valoa tunnistavat solut voidaan jakaa kahteen pääluokkaan sauva- ja tappisoluihin ja niitä kutsutaan fotoreseptoreiksi. Sauvasolut ovat vastuussa hämärässä näkemisestä. Tappisolut ovat jokainen herkkiä tietyille valon aallonpituuksille ja tästä syntyy värinäkö. (Hoon & Okawa & Santina & Wong 2014: 2.) Verkkokalvon solutoiminta on osa keskushermostoa, mikä reagoi muuttuvaan ympäristöön ja patogeeneihin. (Strettoi & Di Marco & Orsini & Napoli 2022: 1.) Verkkokalvon kerroksia suonikalvon jälkeen ovat pigmenttiepiteeli, Bruchin kalvo, fotoreseptorikerros, ulompi rajakalvo, ulompi tumakerros, sisempi tumakerros, sisempi verkkomainen kerros, hermosäiekerros, sisempi rajakalvo. Valoenergia siis tuottaa muutoksia verkkokalvon hermosoluissa ja tästä syntyy aktiopotentiaali, minkä kautta näköinformaatio kulkee näköhermoon ja sitä kautta näköaivokuorelle, jossa näköinformaatio käsitellään. (Forrester & Dick & McMenamin & Roberts & Pearlman 2016: 13–43.)

Näköhermo on keskushermoston ainoa väylä, mikä poistuu kallo-ontelosta. Sitä ympäröi selkäydinneste. Se on myös ainoa keskushermoston kanava, mikä voidaan kliini-

sesti visualisoida. (Forrester ym. 2016: 59.) Näköhermonpää on silmän takaosan rakenne, mikä mahdollistaa verkkokalvon neuronien aksonien poistumisen ja verkkokalvon verisuonten sisään- ja ulostulon. (Wang & Panda-Jonas & Jonas 2021: 1).

Silmäluomien ja silmien liikkeet aiheutuvat kuudesta eri silmänliikuttajalihaksesta. III aivohermo eli silmän liikehermo hermottaa kaikkia silmälihaksia paitsi ulkosuora- ja ylävinosilmälihasta. IV aivohermo eli telahermo hermottaa Ylävinoa silmälihasta. Ulkosuoraa silmälihasta hermottaa V aivohermo eli loitontajahermo. VII aivohermo taas puolestaan hermottaa silmien ympärillä olevia lihaksia. (Forrester ym. 2016: 69–77.)

2.1 Hermosto

Hermosto voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan rakenteellisesti, keskushermostoon ja ääreishermostoon. Keskushermostoon kuuluvat aivot ja selkäydin. Ääreishermosto muodostuu selkäydinhermoista ja autonomisesta hermotuksesta. Aivohermot kuuluvat toiminnallisesti ääreishermostoon, joka koostuu motorisista, sensorisista tai autonomisista hermoista. Autonominen hermosto jaetaan sympaattiseen, parasympaattiseen sekä sensoriseen hermostoon. (Soinila: 2015a.)

Näköhermo (N. opticus) on sensorinen näköaistimusta välittävä hermo. Näköhermo kulkee silmäkuopan takaosasta aivojen alapinnalle. Aivolisäkkeessä oikean ja vasemanpuoleinen näköhermo risteytyy (chiasma opticum). Retinan temporaalipuolelta pärisin olevat haarat kulkevat samalla puolella, kun taas nasaalipuolelta kulkevat haarat risteytyvät vastapuolelle. Näköhermon haarat päättyvät talamuksen takapinnan tumakkeisiin (corpus geniculatum laterale). Pieni osa hermoista erkaneerä näköradasta ennen talamusta ja kulkee aivorunkoon. Talamuksesta neuronin haarat kulkevat capsula internan kautta takaraivolohkon näköaivokuorelle. Retinan yläosasta vastaavat aksonit kulkevat suoraan päälakilohkon kautta näköaivokuorelle, kun taas alaosaan vastaavat aksonit kiertävät ohimolohkon kautta. (Soinila: 2015b.)

Aivohermoja on 12 kappaletta, joista kolme on ainoastaan silmiä hermottavia hermoja. Kolmannen aivohermon (n. oculomotorius) tehtävänä on hermottaa silmän ylä-, ala- ja sisäsuoraa sekä alavinoa silmänliikuttajalihasta. Lisäksi kolmas aivohermo hermottaa yläluomen kohottajalihasta. Neljännen aivohermon (n. trochlearis) tehtävänä on hermottaa ylävinoa silmälihasta. Kuudes aivohermo (n. abducens) hermottaa ulkosuoraa silmälihasta. (Soinila: 2015c.)

SCG:stä eli ylemmästä kaulakangliosta lähtevä sympaattinen hermorata on vastuussa pupillin laajentumisesta eli mydriaasista, kun taas Eninger-westphal tumakkeesta lähtevä parasympaattinen hermorata on vastuussa pupillin supistumisesta eli mioosista. Fysiologiset toiminnat, kuten mykiön mukautuminen, silmän verenkierto ja silmänpaineen säätely kuuluvat autonomiseen hermotukseen. Autonominen hermosto vastaa myös suurempaa osaa silmän liikuttajalihaksistosta. Kolmoishermon sensorinen silmähaara on vastuussa tunneaistimuksen välittymisestä, johon kuuluvat iiris, kyynelrauhainen, sidekalvo sekä sarveiskalvo. Tunneaistimukseen kuuluu lämpötila-, kipu- ja tuntoaisti. (Wu & Zhao & Zhang 2022: 4–5.)

3 Borrelioosi

Borrelioosi eli Lymen tauti on punkkien levittämä tauti, mikä välittyy punkin puremasta. Borrelioosin vektoreina toimii puutiaiset, joiden suolessa on suuri määrä borrelia bakteereita. Veriaterian eli pureman aikana borreliat kulkeutuvat puutiaisen sylkirauhasiin ja sitä kautta ihmiseen. (Hytönen & Oksi 2020.) *B. burgdorferi* bakteeri tarttuu ensin eläimestä punkkiin, ja punkit siirtävät tartunnan pureman välityksellä ihmisiin. Punkin elämä kestää yleensä noin kaksi vuotta. Punkki syntyy munasta toukkana, jonka jälkeen kehittyy nymfiksi ja sen jälkeen aikuiseksi. Kehitysvaiheisiin punkki tarvitsee eläimestä ravinteita. (Mahajan 2023: 595.)

Borrelioosia esiintyy pääasiassa lauhkeilla alueilla. *B. burgdorferi* eli borrelioosia aiheuttavalla bakteerilla on 20 erilaista genolajia. Kolme niistä ovat kuitenkin vastuussa ihmiselle aiheutuneesta borrelioosista. Pohjois-Amerikassa *Borrelia burgdorferi* –bakteeri aiheuttaa niveltulehduksia. Euroopassa ja Aasiassa *Borrelia afzelii*- tai *Borrelia garinii* –bakteeri aiheuttaa ensisijaisesti ihoninfektioita tai neurologisia oireita. Vuonna 1976 todettiin Lymen niveltulehdus Connecticutissa Yhdysvalloissa ja tämän seurauksena todettiin sen olevan osa monimutkaista monisysteemistä sairautta.

Ixodes- punkkeja tavataan Pohjois-Amerikassa, Lähi-Idässä, Aasiassa, Euroopassa ja Australiassa. Lisääntynyt metsänistutus lisää peura- ja hirvieläinten ja sitä kautta punkkien populaatiota. Ihmisten asutus metsäisillä alueilla lisää myös riskiä altistua punkin puremalle. Metsäiset alueet, puistot, niityt ja vuoristot ovat myös itsessään alueita, joissa purema voi olla todennäköisempi, kuin kaupunkialueilla. Isäntinä punkeille toimivat peura- ja hirvieläimet, pienet jyrsijät, karja, ja jotkin lintulajit. Päävektorina *B.*

burgdorferi bakteerille Koillis- ja Keski-Yhdysvalloissa ja Kanadassa toimii *I. scapularis*. Euroopassa *I. ricinus*, Tyynenmeren rannikolla *I. pacificus* ja Aasiassa *I. persulcatus*. (Mahajan 2023: 594–595.)

B. burgdorferi leviää jyrsijöistä ja erityisesti valkojalkaisista hiiristä tai maaoravista punkkeihin. Euroopassa yleisimmin *B. garinii* leviää linnuista ja *B. afzelii* jyrsijöistä. Yli 300 eläinlajia ruokkivat *I. ricinus* punkit, mukaan lukien suuret ja pienet nisäkkäät, linnut ja matelijat. Muuttolinnut voivat myös levittää näitä bakteereita uusille alueille ja esimerkiksi valkohäntäpeurat ovat tärkeä parittelupaikka *I. scapularis* punkeille. *B. burgdorferi* tartuntariski määrytyy punkkien runsaudesta, sekä ihmisten käyttäytymisestä näillä alueilla. Tietyillä ammattialoilla ja harrastuksilla saattaa olla todennäköisempi riski tartuntaan, kuten metsätyöntekijöillä, metsästäjillä tai retkeilijöillä. Luonnonsuojelu, maatalouden hoito ja puutarhojen ylläpitäminen lisäävät punkkien elinympäristöä. (Steere ym. 2017: 3.)

3.1 Borrelioosin eri tyypit ja vaiheet

Lymen borrelioosilla on kolme vaihetta. Tartunta voi eliminoidua isännän immuniteetin vaikutuksesta tai pysyä elossa ja aiheuttaa oireita, kuten ihon paikallista punoitusta. (Mahajan 2023: 595.) Aiemmin sairastettu borrelioosi-infektio ei anna suojaavaa immuniteettia, joten tartunnan voi saada uudelleen. (Cruz & Pereira & Vieira 2020: 4). Spiroketat leviävät hematogeenisesti tai imusolmukkeiden kautta keskimäärin 3–30 päivän sisällä. Tauti voi myös pysyä piilevänä. Noin 10 % potilaista, joilla on alkuvaiheen iho-oireita, voidaan havaita *B. burgdorferi* DNA:ta verenkierrossa tai selkäydinnesteessä. Niveltulehdukset ja neuroborrelioosi liittyvät pääasiassa tähän bakteeriin. Myös *B. garinii* bakteeri aiheuttaa neurologisia oireita. *B. afzelii* bakteeri linkittyy pääosin Acrodermatitis chronica atrophicans iho-oireisiin. (Mahajan 2023: 595.)

3.2 Varhainen vaihe ja varhain levinnyt vaihe

Varhaiseen vaiheeseen ja ensisijaisina oireina ilmenevät iho-oireet punkin pureman kohdalle. Tämä yleensä syntyy 30 päivän kuluessa punkin puremasta tai 7–14 päivän kuluessa punkin poistamisesta. Iho-oire on tyypillisesti tasaisesti punoittava rengasmaisesti laajeneva tai soikea eryteeman sävyinen ja kooltaan 5–70 cm. Voi myös esiintyä kutinaa, kipua tai poltteen tunnetta. Yleensä kyseinen iho-oire paranee itsestään viikkojen tai kuukausien kuluessa, mutta voi uusiutua. (Mahajan 2023: 596). Rengasta kutsutaan myös nimellä Erythema Migrans lyhenteellä EM. Varhaisessa vaiheessa voi myös

ilmetä systeemisiä oireita, kuten niskajäykkyyttä, päänsärkyä, huonovointisuutta, kuumeita, lihaskipua, nivelkipua ja ajoittaisia sydän-, silmä- tai neuro-ongelmia. Nämä oireet ilmenevät usein viikkojen kuluttua tartunnasta ja ensimmäisestä vaiheesta. (Hatchette & Davis & Johnston 2014: 198.) Varhaisvaiheen tyypillinen silmä oire on lievä sidekalvontulehdus. (Hytönen & Oksi 2020).

Toinen vaihe syntyy yleensä 3–10 viikkoa punkin puremasta. Tässä vaiheessa tuki- ja liikuntaelimistön, sekä neurologisia oireita esiintyy useammin kuin iho- tai sydänoireita. Toissijainen iho-oire eli muualla kun punkin pureman alueella esimerkiksi kasvoissa tai raajoissa esiintyy 17–57 % potilaista. Myös määrällisesti rengasmaiset ihomuutokset voivat lisääntyä, jotka ovat hyvin samantyyppisiä keskenään. Alhainen kuume ja alueellinen lymfadenopatia eli imusolmukkeiden tulehdustila on myös tavallista tässä vaiheessa. Neurologisia oireita esiintyy yleensä 5–20 % potilaista, joilla on varhain levinnyt Lymen borreliosisi. Näitä neurologisia ilmentymiä voivat olla kallon neuropatia ja kasvohermon halvaus. Aivokalvotulehduksen oireet syntyvät yleensä 2–10 viikon kuluttua tartunnasta. Kallon neuropatia voi myös aiheuttaa näköoireita, kuten diplopiata. Borreliaalinen enkefalopatia eli aivoihin kohdistuva sairaus ilmenee yleisesti vasta kuukausien tai vuosien kuluttua tartunnan jälkeen. (Mahajan 2023:589). Varhain levinneen vaiheen näköoireisiin kuuluu myös keratiitti, iriitti, korioretiniitti, retinavaskuliitti, vitriitti ja optikusneuriitti. (Hytönen & Oksi 2020).

3.3 Krooninen tai myöhäinen vaihe

Myöhäisiin Lymen taudin ilmentymiin kuuluu niveltulehdus, mikä esiintyy ensisijaisesti suurissa nivelissä esimerkiksi polvissa. Tämä myöhäinen vaihe voi ilmetä viikkoja tai kuukausia tartunnan jälkeen. Myös muita myöhäisiä ilmentymiä ovat enkefaliitti ja polyneuropatia, mutta nämä ovat erittäin harvinaisia. (Shapiro 2014: 502–503.) Myöhäinen vaihe voi hoitamattomana ilmetä kuukausien tai vuosien kuluttua tartunnasta. Voi ilmetä jatkuvia niveltulehduksia tai neuroborreliosisia. Esimerkiksi Yhdysvaltojen ja Euroopan välillä on kuitenkin huomattu eroa myöhäisen vaiheen borreliosisin oireissa. Esimerkiksi Euroopassa ACA eli acrodermatitis chronica atrophicans ja lymfocytooma esiintyvät useammin kuin Pohjois-Amerikassa. Pohjois-Amerikassa kuitenkin niveltulehdus on paljon yleisempi oire myöhäisen vaiheen borreliosisissa. Euroopassa tavaataan yleisimmin neuroborreliosisia ja useammin kutsutaan enkefaliitiksi tai kivuliaaksi radikulopatiaksi. Tätä kutsutaan myös Bannwarthin oireyhtymäksi. (Hatchette & Davis & Johnston 2014: 200.) Acrodermatitis chronica atrophicans eli aca liittyy borreliosisin myöhäiseen ja krooniseen vaiheeseen. ACA etenee tulehdusvaiheesta atrofiseen vaiheeseen. ACA:n tyypillisimpiä ilmenemismuotoja ovat neuropatia, nivelkivut sekä iho-

oireet. ACA ei parane itsestään ja hoitamattomana voi aiheuttaa iholle sinertävän punaisia värimuutoksia ja fibroosia. (Gade & Marin & Rubenstein & Robinson 2023.)

Krooninen Lymen tauti eli CLD on borreliosisista johtuva krooninen oireyhtymä, jolla on laaja valikoima erilaisia oireita ja merkkejä. Oireita voi esiintyä jatkuvasti tai ajoittain.

CLD on seuraus aktiivisesta ja jatkuvasta infektiosta. (Shor ym. 2019: 2.)

	PAIKKA	OIREET
Varhainen paikallinen vaihe, alle 30 päivää punkin puremasta	Iho	Erythema migrans (EM) eli punainen rengas >5cm, kivuton
	Systeeminen	Kuume, päänsärky, Arthralgias
Varhain levinnyt tauti alle 3 kuukautta tartunnasta	Iho	Moniläiskäinen EM ihomuutos
	Systeeminen	Kuume, nivelkivut, päänsärky, lymfadenopatia
	Sydän	Eteis-kammiokatkos, tiheä rytmihäiriö, sydänlihastulehdus, sydänlihaksen toimintahäiriö
	Keskushermosto (CNS)	Aseptinen meningiitti, kraniaalinen neuropatia (erityisesti kasvohermon halvaus), motorinen tai sensorinen radikulopatia
	Silmät	Sidekalvotulehdus (harvinainen)
Myöhään levinnyt tauti yli 3 kuukautta tartunnasta	Tuki- ja liikuntaelimistö (MSK)	Oligoartikulaarinen niveltulehdus
	Keskushermosto (CNS)	Enkefalopatia, aksonaalinen polyradikuloneuropatia, krooninen enkefalomyeliitti
	Silmät	Retiniitti (harvinainen)

Taulukko 1. Lymen taudin kliiniset oireet (Hatchette & Davis & Johnston 2014: 196–197).

3.4 Neuroborrelioosi

Neuroborrelioosiksi kutsutaan Lymen taudin neurologisia ilmenemismuotoja, joita voi esiintyä milloin tahansa EM ihottuman jälkeen. Oireita saattaa ilmetä keskushermostossa sekä ääreishermostossa. Neuroborrelioosi voi aiheuttaa muun muassa aivokalvontulehduksen, motorisen ja sensorisen hermotuksen neuropatiaa sekä pikkuaivojen ataksiaa. Kallon neuropatia voi aiheuttaa kasvojen halvaantumisen. Tavallisimmin kasvojen alueen neuropatia näyttäytyy toispuoleisena, mutta voi esiintyä myös molemminpuolisena kasvojen halvauksena. (Chaaya & Jaller-char & Ali 2016: 374.) Euroopassa neuroborrelioosi on toiseksi yleisin heti EM löydöksen jälkeen. Neuroborrelioosi voi kehittyä 10–40%:lle hoitamattomista EM- potilaista. Kaikista borrelioosipotilaista 3–16%:lla on neuroborrelioosi. (Häppölä 2014.) Varhaisen neuroborrelioosin toteaminen voi vähentää neurologisten puutosten leviämisen, mitkä voivat johtaa näönmenetykseen. (Cruz & Pereira & Vieira 2020: 5.)

Neuroborrelioosi aiheuttaa neurologisia oireita, joista tunnetuin on kasvohermohalvaus. Muita neuroborrelioosin aiheuttamia aivohermojen halvauksia ovat loitontajahermon (abducens) pareesi sekä näköhermon tulehdus. Neuroborrelioosi voi aiheuttaa myös aivokalvontulehduksen. Aivokalvontulehdus voi kehittyä hitaasti, olla lievä, pitkäkestoinen tai uusiutuva. Meningoradikuliitti eli Bannwarthin oireyhtymä on aikuisilla yleisempi neuroborrelioosin muoto kuin kasvohermohalvaus. Meningoradikuliittiin liittyy polttava kipu, tuntuu muutokset ja halvaukset eripuolella kehoa. Hoitamaton meningoradikuliitti voi aiheuttaa etenevää aivojen ja selkäytimen tulehdusta, epätyypillisiä halvauksia, epileptisiä kohtauksia, enkefalopatiaa sekä dementiaa. (Hytönen & Oksi 2020).

3.5 Levinneisyys Suomessa

Lymen borrelioosia tartuttavat Suomessa *I. ricinus*-puutiainen, sekä *I. persulcatus*-puutiainen. Kovat puutiaiset, joiden välityksellä Lymen borrelioosi tarttuu esiintyvät koko Etelä- ja Keski-Suomessa. Puutiaiset myös viihtyvät rannikkoalueilla ja runsaimmin niitä on Ahvenanmaalla ja Lounais-Suomen saaristoalueilla. Puutiaisten mielipaikkoja ovat ruohikot, heinikot ja matalat pensaikot. Aiemmin ajateltiin niiden viihtyvän myös lehtometsien aluskasvillisuudessa, mutta nykyään myös havumetsien aluskasvillisuus on yhtä tärkeä elinympäristö puutiaisille. On myös huomattu, että varastoeläinten lajit ja esiintymistiheys vaikuttavat Lymen borrelioosin epidemiologiaan (Hytönen & Oksi 2020.) Itävaltalaisen tutkimuksen mukaan borrelioosia pidetään pohjoisen pallonpuoliskon yleisimpänä punkkien levittämänä tautina. (Stanek & Strle 2018: 233).

Vuonna 2022 terveydenhuollon avohoidon hoitoilmoitukseen eli avohilmoon ilmoitettiin kokonaisuudessaan 5 284 borreliatapausta, mikä oli vähemmän kuin vuonna 2021 (6 499). Tapauksia raportoitiin koko maasta, mutta alueiden välillä on suurta vaihtelua. Eniten tapauksia ilmoitettiin Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiristä (1 862, 35 %) ja Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiristä (945, 18 %). Eniten tartuntoja ilmoitettiin Avohilmoon heinä-elokuun aikana (2 232, 48 %). Suurin osa sairastuneista oli miehiä (3 351, 63 %). Sairastuneista 56 % (2 950) oli yli 65-vuotiaita. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2023.) Lymen taudista ei ole pakollista ilmoitusvelvollisuutta useissa Euroopan maissa, mikä vaikeuttaa tilastojen vertailua. Lymen borreliosia on löydetty 20 eri punkkilajista ympäri maailmaa, joista yhdeksästä lajista on todettu aiheutuvan infektiota ihmiseen. Euroopassa havaittu näistä vektoreista neljä lajia: *B. burgdorferi stricto*, *B. afzelii*, *B. garini* sekä *B. bavariensis*. (Radolf & Strle K & Lemieux & Strle 2021: 14.)

4 Menetelmä

Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on kehittää jo olemassa olevaa teoriaa sekä rakentaa uutta teoriaa. Kirjallisuuskatsauksen avulla luodaan kokonaiskuva tietystä asiakokonaisuudesta, sekä pyritään tunnistamaan olemassa olevia teorioita ja ongelmia. Kirjallisuuskatsaus on kriittistä ja järjestelmällistä tiedon keräämistä. Kirjallisuuden kerääminen ja analysointi tapahtuu tutkimusongelman avulla. Kirjallisuuskatsauksen päätyyppejä ovat kuvaileva- ja systeminen kirjallisuuskatsaus sekä meta-analyysi.

Kuvailevan kirjallisuuskatsauksessa käytetyt aineistot ovat laajempia, eivätkä aineistojen valinta rajaudu metodisien sääntöjen mukaan. Tutkimuskysymykset ovat väljempää kuin systemaattisessa menetelmässä tai meta-analyysissä. Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen alatyyppinä ovat narratiivinen sekä integroiva kirjallisuuskatsaus. Narratiivinen kirjallisuuskatsauksella pystytään antamaan laajempi kuva käsiteltävästä aiheesta historiasta kehityskulkuun. Integroivan kirjallisuuskatsauksen pääpiirteitä ovat ilmiöiden kuvailu monipuolisesti sekä uuden tiedon tuottaminen aikaisemmin tutkitusta aiheesta. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus keskittyy aiempien tutkimusten sisältöihin. Tämän tyyppisessä katsauksessa on tarkoitus käydä läpi suuremman määrän tutkimuksia ja muodostaa niistä tiiviimpi tutkimus ottaen huomioon historian, että oman tiedealansa konseptin. Systemaattinen tapa mahdollistaa hypoteesien testaamista sekä arvioida niiden johdonmukaisuutta. Meta-analyysi puolestaan jaetaan kvalitatiiviseen ja kvantitatiiviseen metodiin. Kvalitatiivinen tutkimus on kuvailevampi, matemaattisempi sekä

määrällisempi kuin kvantitatiivinen meta-analyysi. Kvantitatiivisen meta-analyysissä yhdistetään kvantitatiivisia tutkimuksia yhdistäen tilastotieteen menetelmiin, jonka tarkoituksena on yhdenmukaistaa tutkimustuloksia olemassa olevista tutkimuksista. (Salmi-
nen 2011: 12–20.)

4.1 Scoping-katsaus menetelmänä

Opinnäytetyöhön valittiin scoping-katsaus menetelmäksi, koska borrelioosin ja näkemisen yhteydestä ei ole paljoa tutkimustietoa saatavilla. Scoping-katsaus antaa tutkijoille tiedon tutkittujen aiheiden näkökulmasta, aikaisempien tutkimusten määrästä sekä laajuudesta. Ensimmäinen varsinainen työvaihe tässä scoping-katsauksessa on katsauksen kartoittaminen ja tutkimuskysymyksen määrittäminen. Tutkimuskysymyksen tunnistaminen on osa aineistohaun suunnitelmaa ja ohjaa työn rakennetta. Vähäisten tutkimusten määrän vuoksi säilytettiin avoin lähestyminen tutkimuskysymystä tarkastellessa, jotta tutkimustiedoista saadaan mahdollisimman laaja kokonaisuus. Tutkimuskysymys saatiin vasta, kun tiedettiin tutkimusten laajuus. Toisena vaiheena aineiston haku toteutettiin tutkimuskysymyksen mukaan. Avoimempi ja kattavampi lähestyminen tapahtui sähköisten tietokantojen, kirjaston palveluiden sekä viiteluetteloiden avulla. (Levac & Colquhoun & O'Brien 2010:1.) Kolmanteen vaiheeseen kuuluu tutkimuksien analyysi ja tulosten raportointi. Aineiston valinta perustuu tutkimuskysymyksen vastaukseen. Scoping-katsaus menetelmällä saadaan kokonaiskuva aiemmista tutkimuksista. Tutkimuksen tarkoituksena on kartoittaa tutkimuskohdetta laajasti eikä kohdistu yksittäisiin tuloksiin tai yksityiskohtiin. (Stolt & Axelin & Suhonen 2015:11.)

5 Tutkimukset

Intialaisessa tutkimuksessa käsiteltiin 25-vuotiasta intialaistaustaista naista, joka oli vierailut pohjois-Intian Himalajalla. Nainen hakeutunut tutkimuksiin neljän viikon mittaisesta oikean silmän kivuttomasta näönheikkenemisestä. Oikean silmän näöntarkkuus testeissä ollut 20/60 ja vasemman silmän näöntarkkuus ollut 20/20. Naiselta löydettiin oikean silmän afferenttiradan pupillihäiriö, papillan turvotusta sekä tulehduksen merkkejä papillan temporaalipuolelta verkkokalvosta. Naiselle todettiin Lymen borrelioosin aiheuttama neuroretiniitti verikokeiden sekä silmänpohjan löydösten perusteella. Silmänpaineet naisella olivat viitearvojen sisällä 14mmHg molemmissa silmissä. Naisella ei esiintynyt mitään muita tyypillisiä oireita. Seurantatutkimuksissa viikon jälkeen naisen

näöntarkkuus laski oikeasta silmästä visus taululta kädenliikkeisiin kasvojen läheisyyteen. Seurantatutkimuksessa naiselta löydettiin verkkokalvon sisäistä nestekertymää eli turvotusta sekä neurosensorinen irtauma oikeasta silmästä. (Guliani & Kumar & Chawla & Mehta 2017: 250 – 251.)

Ruotsalainen tutkimus raportoi 24 henkilöstä, joilla oli oftalmologisia löydöksiä, johtuen positiivisesta borreliosisista. Tässä tutkimuksessa 16:lla potilaista ilmeni kasvohalvaus, silmäluomen roikkuminen, näön hämärtyminen, karsastusta, kaskoiskuvia ja silmän loitontajalihaksen hermokipua. Yhdelläkään potilaalla ei löytynyt etukammion tulehdussoluja, lasiaisen sameutta tai epänormaaleja pupillireaktioita. Värinäkö oli kaikilla potilailla normaali. (Škiljić & Gustavsson & Dotevall & Norsell & Grönlund 2019: 44.)

Tanskalaisessa tutkimuksessa kerrotaan 431 potilaasta, joilla oli todettu Lymen neuroborreliosisi. 65,9 %:lla tapauksista todettiin kivulias radikuliitti eli hermojuuren tulehdus. Kraniaalinen halvaus, joka sijaitsi enimmäkseen kasvojen alueella 43,4 %:lla potilaista, sekä päänsärkyä lopuilla 28,3 %:lla potilaista. Kaikilla potilailla todettiin borreliosisin vasta-aineita selkäydinnesteessä. Radikuliittia ja kasvohermoalvauksesta kärsiviltä potilailta löydetään yhteyksiä ääreishermoston vaurioista sekä aksonien vaurioitumista. Samassa tutkimuksessa on mukana Bannwarthin oireyhtymää sairastavia, joilla kolmanneksella ilmenee lisäksi ääreishermoston pareesia, jonka seurauksena tois- tai molemminpuoleista kasvohalvausta. (Garcia-Monco & Benach 2019: 21–22.)

Pohjois-Amerikkalaisessa tutkimuksessa käsitellään 29-vuotiasta naista, joka kärsii binokulaarisesta diplopiasta eli silmien yhteistoiminnan kuvien sekoittumisesta. Naiselta löydettiin oikean silmän hypertropiaa eli ylöspäin karsastusta, sekä vasemman silmän kiertokarsastusta katsoessaan alas ja vasemmalle. Tapauksessa naiselta löydetään telahermon halvauksen piirteitä. Erotusdiagnoosien jälkeen naisella todettiin positiivinen Lymen borreliosisi oireiden aiheuttajaksi. Lymen borreliosisia kantavat punkit saattavat pureman kautta aiheuttaa kasvohermon-, kolmoishermon- tai silmän liikehermon vaurion. Tartunnat ovat yhdysvaltalais tutkimuksessa korkeimmat 5-15 -vuotiailla ja yli 50 -vuotiailla. Ylesimmät neurologiset oireet sijoittuvat perifeerisiin aivohermopuutoksiin. (Douglas & Douglas & Reinshagen & Chwalisz 2021: 485 – 486.)

Sveitsiläisessä tutkimuksessa kerrotaan borreliosisia sairastavista potilaista. 42%: lla oli näön hämärtymistä tai diplopiata. Potilaista 27%: lla puolestaan ilmeni aktiopotentiaalien hidastumista näköhermossa. Hoitamattoman borreliosisin sairastavilla on arvioitu noin 15%:lla jokin neuroborreliosisin ilmenemismuodoista. Tyypillisimmät alkuvaiheen

neuroborrelioosin oireet ovat lymfosyyttinen aivokalvontulehdus sekä kallon alueen neuropatiat, kuten kasvohermohalvaus.

Borrelioosin myöhäiselle vaiheelle perifeerinen neuropatia on ominaista. Samassa tutkimusartikkelissa käsiteltiin 48-vuotiaan miehen sairastumista mahdolliseen neuroborrelioosiin. Kahden kuukauden aikana oikean silmän hämärtyminen heikentynyt perifeerisesti, jonka jälkeen levinnyt myös keskeiselle näkökentälle. Miehellä ollut näkökentän hämäryyden lisäksi oikean puolen päänsärkyä sekä fotopsiaa eli valoilmiöitä. Tutkimuksessa selvisi, että miehellä ollut vain oikean silmän suhteellinen afferenttiradan häiriö pupillivaurion vuoksi. Silmänpohjantutkimuksissa selvisi, että oikean silmän näköhermonpään alaneljännes ollut turvoksissa. Vasemmassa silmässä näköhermonpään hyperemiaa eli verenvuotoa sekä diffuusia turvotusta. Lopputulemana miehellä todettiin borrelioosin aiheuttama aivokalvon tulehdus, sekä molemminpuolinen näköhermon tulehdus. Optikusneuriitti on näköhermon tulehdus, joka voi aiheuttaa silmän kipua, näön hämärtymistä, keskeisen näön heikkenemistä sekä afferenttiradan pupillivaurion. (Cruz & Pereira & Vieira 2020: 1 – 5.)

Ruotsalaisessa tutkimuksessa 51-vuotias mies meni vuonna 2016 tutkimuksiin lasiaisamentumien vuoksi. Hänelle saatiin normaalit näöntarkkuudet molempiin silmiin. Lopputuloksena hänelle diagnosoitiin lasiaisenirtauma. Saman käynnin yhteydessä hänellä oli jäätynyt olkapää ja kutiava ihottuma. Kaksi kuukautta myöhemmin hänellä todettiin silmänpohjan ikärappeuma ja näöntarkkuus oli laskenut normaalista 0,4:ään. Silmissä ei tällöin ollut tulehduksellisia merkkejä. Silmien etukammiossa havaittiin soluja ja soluagregaatteja lasiaisessa. Myös ryppykalvoa silmänpohjan alueella, mutta ei muita tulehdusmerkkejä. Potilas sai prednisolonia lääkkeeksi ja tämä auttoi lasiaisessa ilmenneisiin soluihin. Viikko tämän jälkeen hänen näöntarkkuutensa olivat taas normaalit. Tilanne kuitenkin uusiutui ja näöntarkkuudet taas laskivat. Lisäksi silmänpohjassa havaittiin verenpurkaumia ja valkoisia pisteitä. Näin potilaalta otettiin lukuisia näytteitä ja positiivinen tulos tuli *B. afzelii* bakteerin kohdalla. Lääkityksen jälkeen, etukammiossa ja lasiaisessa vain satunnaisia soluja ja verkkokalvonkin tilanne rauhoittunut. (Lindström & Skogman & K. Lindström & Tallstedt & Nilsson 2022: 122.)

Saksalaisessa tutkimuksessa 30-vuotiaalla miehellä ilmeni molemminpuolista näön hämärtymistä noin viikon ajan. Miehellä ei ollut aikaisemmin todettuja sairauksia. Haastattelun yhteydessä ei myöskään ilmennyt silmäalueen kipua, kaksoiskuvia, valoherkyyttä tai näkökenttäpuutoksia. Kuitenkin oireina löytyi niskan jäykkyyttä, lievää päänsärkyä ja yleinen huonovointisuus. Borrelioosin oirekuvaan kuuluvaa kuumetta tai nivel-tulehdusta ei havaittu. Näöntarkkuus oikeassa silmässä 6/36 ja vasemmassa silmässä

6/6. Pupillireaktiot myös normaalit, eikä etukammioista löytnyt tulehdussoluja. Silmänpaineet myös normaalit. Kummankin silmän verkkokalvoilta löydettiin useita kermanvalkoisia plakoidisia subretinaalisia vaurioita ja silmänpohjakuvien perusteella todettiin diagnoosiksi multifokaalinen pigmenttiepiteliopatia. Verikokeiden jälkeen kyseisellä henkilöllä todettiin positiivinen borrelioosi-infektio. (Mousa & Koch 2016:1–4.)

Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa borrelioosista johtuvat silmäoireet ilmaantuvat toisen tai kolmannen vaiheen aikana. Silmäoireita, joita tutkimuksessa tulivat esiin ovat mm. sidekalvontulehdus, aivohermon halvaus (II, III, IV ja VII), keratiitti, uveitti, verisuonten tukkeuma ja näköhermontulehdus. Tutkimuksessa 80-vuotias nainen, jolla on aikaisemmin diagnosoitu verenpainetauti ja kilpirauhasen vajaatoiminta. Naisella ilmeni äkillisesti monimutkaisia neurologisia ongelmia. Myös vasemman silmän näkö tutkimuksen mukaan hämärtynyt. Oireina ilmennyt myös leukakipu, päänsärky, ohimoalueen arkuus, vasemmanpuoleinen kasvohalvaus ja puheentuottamisen vaikeus. Jättisoluarteriitti nousi ensisijaiseksi syyksi vasemman silmän näön hämärtymiselle. Tämän jälkeen verikokeista paljastui positiivinen tulos neuroborrelioosille. Kyseisen tapauksen silmäoireet liittyvät kuitenkin toisen tai myöhäisen borrelioosin vaiheisiin. Borrelioosin silmäoireet ovat yleisimmin silmän etuosantulehdukset. (Wan & Yan & Reese & Thomas & Kissinger 2024: 1–2.)

6 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön kerätyissä tutkimuksessa on havaittu näköoireita, hermokipuja ja -halvauksia. Niistä yleisin on näön hämärtyminen, mikä ilmenee viidessä edellä mainituista tutkimuksista. Tapauksissa näön heikkenemisen vuoksi on hakeuduttu tutkimuksiin. Kasvohalvaus tai halvausoireet ovat toiseksi yleisin oire tutkimuksissa. Epänormaalit pupillireaktiot on havaittu kahdessa tapauksista. Edellä mainitut oireet kuuluvat neuroborrelioosin oireisiin, mikä viittaa siihen, että tartunta on henkilöllä ollut jo pidemmän aikaa. Diplopiaa eli kaksoiskuvia on havaittu kolmessa tapauksista. Pohjois-Amerikkalaisessa tutkimuksessa 24:n henkilön keskuudesta ilman tarkkaa lukua ja ruotsalaisessa tutkimuksessa, jossa henkilöllä on taustalla ilmeistä karsastusta. Sveitsiläisessä tutkimuksessa ei karsastuksesta mainintaa, vaikka henkilö koki näkevänsä kaksoiskuvia. Pohjois-Amerikkalaisessa, ruotsalaisessa ja sveitsiläisessä tutkimuksessa ei siis ole selkeää näyttöä siitä, että kaksoiskuvat johtuisivat nimenomaan borrelioosista.

Kahdesta tutkimuksesta eli intialaisesta ja samaisesta sveitsiläisestä tutkimuksesta löytyi papillan turvotusta ja lopulta papillan tulehdus. Lopulta kuitenkin jokaisen tutkimuksen oirekuvat liittyvät borrelioosiin ja sen eri vaiheisiin. Lisäksi jokaisella tutkittavalla on todettu positiivinen borrelioosi-infektio ja sen mukaan on koottu yhteenveto tutkimuksista.

7 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata borrelioosin vaikutus silmien terveyteen. Saatiin vastaus tutkimuskysymykseen, koska tarkastelluissa tutkimuksissa löydettiin yhteys borrelioosin ja silmien terveyden välillä. Lymen Borrelioosin aiheuttamat neurologiset ongelmat ovat monimutkaisia ja vaikea tunnistaa. Varhainen tunnistaminen voi estää neurologisten puutosten leviämisen. Mitä aikaisemmin tauti tunnistetaan, sitä parempi on ennuste. Varhaisella tunnistamisella voidaan välttyä jopa vakavimmilta komplikaatioilta, kuten pysyviltä näköhäiriöiltä. On tärkeää, että terveydenhuollon tarjoajien tietoisuus sisällyttää Lymen taudin erotusdiagnostiikkaa arvioidessaan potilaita, joilla esiintyy akuutti näköhäiriö tai näön menetys. (Wan 2024: 4.) Borrelioosin aiheuttamat näköoireet on vaikea tunnistaa, koska niille löytyy erinäisiä syitä. Borrelioosin näköoireet, kuten näön heikkeneminen tai kaksoiskuvat ovat yleisiä näkemisen ongelmia, jotka voivat esiintyä perusterveillä henkilöillä. Normaali näön heikkeneminen tai kaksoiskuvia voidaan korjata erilaisilla lasiratkaisuilla. Tästä syystä oikean diagnoosin saaminen voi pitkittyä ja aiheuttaa vakavampia terveydellisiä ongelmia niin näkemisen kuin muuallakin elimistössä. Borrelioosin taudinkuva on monimutkainen ja siksi haastava havaita esimerkiksi näöntutkimuksen yhteydessä. Tutkimuksissa käynyt ilmi, että henkilöillä on todettu positiivinen Lymen borrelioosi vasta sen jälkeen, kun ovat verikoikeissa käyneet. Tämän jälkeen on näköoireet pystytty yhdistämään tautiin. Tutkimuksissa kuitenkin löydettiin näköoireiden todennäköinen yhteys borrelioosiin, koska hermostolliset oireet syntyneet tartunnan jälkeen ja tämä havaittu tapauskohtaisesti henkilöiden näköjärjestelmässä. Kahdessa edellä mainituista tutkimuksissa tulee ilmi papillan eli näköhermon turvotus tai tulehdus. Näiden oireiden toteamiseen vaaditaan silmänpohjatutkimuksia tai silmänpohjien kuvaamista. Tutkimukset osoittavat siis silmänpohjatutkimusten tärkeyden taudin toteamisessa. Näistä edellä mainituista syistä työ on relevantti optometrian alalla. Tutkimukset voidaan päätellä luotettaviksi, koska tutkimustulokset ja -löydökset ovat syntyneet näön- ja silmien terveydentilan tutkimuksista.

Tapauskohtaisissa tutkimuksissa näkemisen ja borrelioosin yhteys on ollut oma hoitoprosessinsa. Työn ajankohtaisuus johtuu ilmastonmuutoksesta ja punkkikannan lisääntymisestä.

Tässä opinnäytetyössä scoping-katsauksen vaiheet ovat katsauksen ja tutkimusongelman määrittäminen, tiedonhaku ja aineiston valinta. Tarpeellisen aineiston eli tutkimusten keruun jälkeen niiden arviointi, analyysi sekä tulosten raportointi. Katsauksen määrittämisessä käytettiin miellekarttaa, johon kirjoitettiin aihe alueeseen liittyviä sanoja. Miellekartan avulla syntyi avainsanoja, käsitteitä ja näkökulmia opinnäytetyön suunnitteluun. Tutkimusongelma, tutkimuskysymys, tiedonhaku ja aineiston valinta puolestaan määrittävät mitkä kirjallisuuskatsaukset ovat relevantteja tässä opinnäytetyössä. Tutkimuksen arviointi perustuu hakuprosessin aikana valittuihin tutkimuksiin, aineiston kattavuuteen sekä tulosten hyödyllisyyteen. Aineiston analyysi ja kokonaisuus käsittää yhteenvedon mukaan otetuista tutkimuksista. Analysoinnin aiheet, joita käytetään tässä opinnäytetyössä ovat aikaisempien tutkimusten julkaisuvuosi, tutkimuksen kirjoittaja, maa, sekä alusta, mistä tutkimus haettu, tulokset ja kokonaisuus. Analysoimme aikaisempien tutkimusten luotettavuutta ja tutkimusten yhtäläisyyksiä. Ristiriitaisista päätelmistä ja poissuljetuista aiheista syntynyt idea jatkotutkimusehdotuksille. Poissuljettiin tutkimukset, jotka ovat julkaistu ennen vuotta 2000, puutteelliset katsaukset, joissa ei tule ilmi selkeää borrelioosin positiivista tartuntaa ja näköoireita sekä tutkimukset, jotka löytyvät maksullisilta alustoilta. Poissuljimme myös tutkimukset, joissa muu kieli kuin Englanti tai Suomi. Tutkimuksia borrelioosista löytyy yleisesti maailmanlaajuisesti, mutta borrelioosin vaikutuksesta silmien terveyteen tietoa löytyy hyvin rajallisesti. Tieto on saatu kerättyä tapaus tutkimuksista, joissa tulee selkeästi ilmi näköoireet ja positiivinen borrelioositartunta. Tutkimuksissa ei käytetä henkilötietoja, kuten nimiä, puhelinnumeroa, osoitteita tai muita tietoja, joita voisi yhdistää tutkittaviin. Työssä ei oteta kantaa taudin yleisyyteen sukupuolittain. Kuitenkin tiedonlähteissä on havaittu ihmisten asutusalueiden vaikuttavan tartuntariskiä. Puutiaiset viihtyvät metsäisillä alueilla, joten oletettavasti myös tartuntariski näillä alueilla suurempi.

Tämä opinnäytetyö prosessina oli haastava. Ottaen huomioon, että tietoa löytyy tällä hetkellä aiheesta vain rajallisesti. Tämän vuoksi ei rajattu aihetta maakohtaisesti, vaikka ihmisten genetiikka ja kasvillisuus on erilaista eri maanosissa. Borrelioosin tartunnoista ei ole ilmoitus velvollisuutta terveydenhuollon piirissä, joten punkkikannan levinneisyyttä tarkastellaan vain ilmi tulleiden tilastojen mukaan. Työssä pohditaan punkkien levinneisyyttä ja borrelioosin tartuntojen määrän mahdollista aliarvioimista. Selkeä työnjako helpotti työn etenemistä ja tekstirakenteiden syntyä. Opinnäytetyön prosessin aikana ilmeni monia asioita, joita voi aiheen osalta käsitellä. Tässä työssä keskitytään

kuitenkin vain borrelioosi-infektion aiheuttamiin silmäoireisiin. Tästä syystä nousi potentiaalisia jatkotutkimusehdotuksia. Esimerkiksi borreliosin hoito ja hoitomenetelmät, borreliosin ennaltaehkäisy. Myös puutiaisaivokuume aiheena voisi olla ajankohtainen.

Lähteet

Boote, Craig & Sigal, Ian & Grytz, Rafael & Hua, Yi & Nguyen, Thao & Girard, Michael 2020. Scleral structure and biomechanics. *Progress in retinal and eye research*. <<https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2019.100773>>. Viitattu 20.8.2024

Forrester, John & Dick, Andrew & McMenamin, Paul 2016. *The eye: Basic sciences in practice (Fourth edition.)*. Saunders/Elsevier. Viitattu 1.10.2024

Chaaya, Gerard & Jaller-Char, Juan & Ali, Sayed 2016. Beyond the bull's eye: Recognizing Lyme disease. University of Central Florida College of Medicine, Orlando, and Orlando Veterans Affairs Medical Center. *The Journal of Family Practice* | 2016;65(6):373–379. <https://cdn.mdedge.com/files/s3fs-public/issues/articles/content_3a7d8058cb82b990e7_JFP_06506_Article2.PDF>. Viitattu 29.10.2024

Cruz, Isabel O & Pereira, Sara Alves & Vieira, Bruna & Chora, Ines & Coelho, Paulo 2020. A Rare Cause of Optic Neuropathy. *Cureus*, 12(2). <<https://doi.org/10.7759/cureus.6906>>. Viitattu 15.7.2024

Douglas, Vivian & Douglas, Konstantinos & Reinshagen, Katherine & Chwalisz, Bart 2021. Case 292: Lyme Neuroborreliosis. *Radiology*, 300 (2), 484-488. <<https://doi.org/10.1148/radiol.2021201715>>. Viitattu 20.8.2024

Garcia-Monco, Juan & Benach, Jorge 2019. Lyme Neuroborreliosis: Clinical Outcomes, Controversy, Pathogenesis, and Polymicrobial Infections. *Annals of neurology*, 85(1), 21–31. <<https://doi.org/10.1002/ana.25389>>. Viitattu 21.8.2024

Gade, Anita & Matin, Taraneh & Rubenstein, Richard & Robinson, Carolyn 2023. Acrodermatitis Chronica Atrophicans. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33085436/>>. Viitattu 30.10.2024

Guliani, Braham Prakash & Kumar, Sandeep & Chawla, Neha & Mehta, Anuj 2017. Neuroretinitis as presenting and the only presentation of Lyme disease: Diagnosis and management. *Indian journal of ophthalmology*. <https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_151_17>. Viitattu 27.9.2024.

Hatchette, TF & Davis, I & Johnston, B. L 2014. Lyme disease: clinical diagnosis and treatment. *Canada communicable disease report = Releve des maladies transmissibles au Canada*, 40(11), 194–208. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v40i11a01>>. Viitattu 21.8.2024

Hoon, Mrinalini & Okawa, Haruhisa & Santina, Luca & Wong, Rachel 2014. Functional architecture of the retina: development and disease. *Progress in retinal and eye research*, 42, 44–84. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4134977/pdf/nihms-609782.pdf>>. Viitattu 20.8.2024

Hytönen, Jukka & Oksi, Jarmo 2020. *Borrelia Burgdorferi* ja Lymen borreliosisi. *Duodecim Oppiportti*. <<https://www.oppoportti.fi/oppikirjat/mbg00179#q=Borreliosisi>>. Viitattu 15.7.2024

Häppölä, Olli 2014. Neuroborreliosisi. *Duodecim Oppiportti*. <https://www.oppoportti.fi/op/neu00286/do?p_haku=borreliosisi#q=borreliosisi>. Viitattu 21.8.2024

Mahajan, Vikram 2023. Lyme Disease: An Overview. *Indian dermatology online journal*, 14(5), 594–604. <https://doi.org/10.4103/idoj.idoj_418_22>. Viitattu 21.8.2024

McDougal, David & Gamlin, Paul 2015. Autonomic control of the eye. *Comprehensive Physiology*, 5(1), 439–473. <<https://doi.org/10.1002/cphy.c140014>>. Viitattu 26.10.2024

Mousa, Munjid & Koch, Frank 2016. Acute *Borrelia* infection inducing an APMPE-like picture. *Journal of ophthalmic inflammation and infection*, 6(1), 22. <<https://doi.org/10.1186/s12348-016-0088-x>>. Viitattu 25.8.2024

Levac, Danielle & Colquhoun, Heather & O'Brien, Kelly 2010. Scoping studies: advancing the methodology. *Implementation science: IS*, 5, 69. <<https://doi.org/10.1186/1748-5908-5-69>>. Viitattu 31.10.2024

Lindström, Björn & Skogman, Barbro & Lindström, Annika & Tallstedt, Leif & Nilsson, Kenneth 2022. *Borrelia* Ocular Infection: A Case Report and a Systematic Review of Published Cases. *Ophthalmic research*, 65(2), 121–130. <<https://doi.org/10.1159/000521307>>. Viitattu 20.9.2024

Radolf, Justin & Strle, Klemen & Lemieux, Jacob & Strle, Franc 2021. Lyme Disease in Humans. *Current issues in molecular biology*, 42, 333–384. <<https://doi.org/10.21775/cimb.042.333>>. Viitattu 27.8.2024

Salminen, Ari 2011. Mikä on kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopisto. <https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/7961/isbn_978-952-476-349-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Viitattu 20.9.2024

Shor, Samuel & Green, Christine & Szantyr, Beatrice & Phillips, Steven & Liegner, Kenneth & Burrascano, Joseph & Bransfield, Robert & Maloney Elizabeth 2019. < Chronic Lyme Disease: An Evidence-Based Definition by the ILADS Working Group. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, 8(4), 269. <<https://doi.org/10.3390/antibiotics8040269>>. Viitattu 27.8.2024

Škiljić, Dragana & Gustavsson, Martin & Dotevall, Leif & Norrsell, Kerstin & Grönlund, Marita 2019. Oftalmologiset löydökset neuroborreliosisissa – Länsi-Ruotsissa suoritettu prospektiivinen tutkimus. *Acta Ophthalmol*, 97: 44-52. <<https://doi.org/10.1111/aos.13884>>. Viitattu 25.8.2024

Soinila, Seppo 2015. Aivohermot ja niiden toimintahäiriöt. *Duodecim Oppiportti*. <<https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/neu00167>>. Viitattu 26.10.2024

Soinila, Seppo 2015. Kliininen nauroanatomia. *Duodecim Oppiportti*. <<https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/neu00001>>. Viitattu 25.10.2024

Soinila, Seppo 2015. Silmänliikkeistä vastaavat aivohermot, neurologia. *Duodecim Oppiportti*. <<https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/neu00168>>. Viitattu 26.10.2024

Sridhar, Mittanamalli 2018. Anatomy of cornea and ocular surface. *Indian journal of ophthalmology*, 66(2), 190–194. <https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_646_17>. Viitattu 20.8.2024

Stanek, Gerold & Strle, Franc 2018. Lyme borreliosis-from tick bite to diagnosis and treatment. *FEMS microbiology reviews*, 42(3), 233–258.
<<https://doi.org/10.1093/femsre/fux047>>. Viitattu 21.8.2024

Steere, Allen & Strle, Franc & Wormser, Gary & Hu, Linden & Branda, John & Hovius, Joppe & Li, Xin & Mead, Paul 2016. Lyme borreliosis. *Nature reviews. Disease primers*.
<<https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.90>>. Viitattu 20.8.2014

Strettoi, Enrica & Di Marco, Beatrice & Orsini, Noemi & Napoli, Debora 2022. Retinal Plasticity. *International journal of molecular sciences*, 23(3), 1138.
<<https://doi.org/10.3390/ijms23031138>>. Viitattu 9.9.2024

Stolt, Minna & Axelin, Anna & Suhonen, Riitta 2015. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Turun yliopisto. Viitattu 7.12.2023

Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2023. Borrelioosin seuranta ja esiintyvyys Suomessa. Päivitetty 15.12.2023. <<https://thl.fi/aiheet/infektiotaudit-ja-rokotukset/taudit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-a-o/borrelia/borrelioosin-seuranta-ja-esiintyvyyssuomessa>>. Viitattu 20.8.2024

Vu, Micahel & Cheng, Catherine 2023. Preparation and Immunofluorescence staining of bundles and single fiber cells from the cortex and nucleus of the eye lens. *Journal of visualized experiments*. <<https://doi.org/10.3791/65638>>. Viitattu 20.8.2024

Wang, Ya Xin & Panda-Jonas, Songhomitra & Jonas, Jost 2021. Optic nerve head anatomy in myopia and glaucoma, including parapapillary zones alpha, beta, gamma and delta: Histology and clinical features. *Progress in retinal and eye research*.
<<https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2020.100933>>. Viitattu 25.10.2024

Wan, Leo & Yan, Audrey & Reese, Erin & Thomas, John & Kissinger, Mark 2024. Through the Eyes of Uncertainty: Giant Cell Arteritis and Lyme Neuroborreliosis in a Story of Vision Loss. *Cureus*, 16(2), e53623. <<https://doi.org/10.7759/cureus.53623>>. Viitattu 16.10.2024

Waxman, Stephen 2013. *Clinical neuroanatomy (27th ed.)*. McGraw-Hill Medical. Viitattu 27.10.2024

Wu, Feipeng & Zhao, Yin & Zhang, Hong 2022. Ocular Autonomic Nervous System: An Update from Anatomy to Physiological Functions. *Vision (Basel, Switzerland)*, 6(1), 6. <<https://doi.org/10.3390/vision6010006>>. Viitattu 26.8.2024