

Teemu Kumpunen

Sähkötapaturmapotilas ensihoidossa

Verkko-opetusmateriaalin kehittäminen ensihoitajaopiskelijoille

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Ensihoitaja AMK

Ensihoidon tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

Päivämäärä 7.11.2017

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Teemu Kumpunen Sähkötapaturmapotilas ensihoidossa Verkko-opetusmateriaalin kehittäminen ensihoitajaopiskelijoille 64 sivua + 2 liitettä 7.11.2017
Tutkinto	Ensihoitaja AMK
Koulutusohjelma	Ensihoidon koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Ensihoito
Ohjaaja(t)	Lehtori Iira Lankinen Lehtori Sami Mikkonen
<p>Sähkötapaturmille tai sähkövirran aiheuttamille vammoille altistuneet potilaat ovat yksi haasteellinen potilasryhmä, jonka ensihoitaja voi kohdata hälytystehtävällä. Tapaturmalla tarkoitetaan ennalta odottamatonta äkillistä kehon ulkoisen energian aiheuttamaa tapahtumaa, joka johtaa kehon tai sen osan, elimistön, elinten tai kudosten toimintahäiriöihin ja vammautumisiin. Sähkötapaturmassa ihminen saa sähköiskun jostakin sähkölaitteistosta. Sähkövirran aiheuttamat vammat ovat tyypillisesti eriasteisia palovammoja tai sekundaarivammoja, kuten murtumia tai ruhjeita. Sekundaarivammoja syntyy ihmisen menettäessä sähköiskun seurauksena kontrollin omaan kehoonsa, jolloin ihminen kaatuu tai putoaa ja saa mekaanisen iskun kehoonsa. Tyypillisiä elimistön toimintahäiriöitä ovat sydämen rytmihäiriöt, lihaskouristukset tai hengityselinten oireet.</p> <p>Opinnäytetyö käsittelee sähkötapaturmapotilaan ensihoitoprosessia, johon kuuluvat kohteeseen meneminen, potilaan kohtaaminen, tutkiminen, haastattelu, hoitaminen, kuljettaminen ja luovuttaminen hoitolaitokseen. Opinnäytetyö sisältää teoretietoa sähköstä, sähkövammoista, sähkövirran vaikutuksesta eri elimiin ja kudoksiin, ensihoitojärjestelmän toiminnasta sähkötapaturmissa, työturvallisuudesta ja toiminnasta muiden viranomaisten sekä eri yhteistyötahojen kanssa.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoitus on kuvata sähkötapaturmapotilaan ensihoitoprosessia. Toisena tarkoituksena on kehittää verkko-opiskelumateriaalia Metropolia Ammattikorkeakoulun ensihoidon tutkinto-ohjelman opiskelijoille. Tavoitteena on kehittää ensihoitajaopiskelijan teoreettista osaamista sähkötapaturmapotilaan hoitoprosessista ensihoidossa. Verkko-opiskelumateriaali tukee ensihoitajaopiskelijoiden itsenäistä opiskelua ja antaa syventävää tietoa aiheesta kiinnostuneille</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin perehtymällä aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen ja artikkeleihin. Kerätyn tiedon pohjalta kehitettiin verkko-opiskelumateriaalia itsenäiseen opiskeluun, mikä sisältää aiheeseen liittyvää keskeistä teoretietoa, kuvia, taulukoita, dia-esityksiä, pohdintatehtäviä, aiheeseen syventäviä artikkeleita ja tietotestin.</p>	
Avainsanat	sähkötapaturma, sähköisku, sähköpalovamma, ensihoito, hoitoprosessi, verkko-opiskelumateriaali.

Author(s) Title Number of Pages Date	Teemu Kumpunen Electric injury patient in emergency care Producing e-learning material for emergency care students 64 pages + 2 appendices 7 November 2017
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Emergency Care
Specialisation option	Emergency Care
Instructor(s)	Iira Lankinen, Lecturer Sami Mikkonen, Lecturer
<p>Patients exposed to electric accidents or injuries caused by electric current is one of the most challenging group of patients in emergency care that a paramedic may face in emergency missions. An accident means an unexpectedly sudden incident caused by external energy of body, which leads to disorders of body, body parts, body systems, organs or tissues or traumas. In an electric accident, a human gets an electric shock from an electronic device. Electric injuries caused by electric current are typically different level of burn injuries or secondary traumas, for example bone fractures or contusions. Secondary traumas happen when a human loses control of its body during an electric shock and falls or drops down and gets a mechanical hit to his body, which causes mechanical body injuries. Typical body disorders are arrhythmias of hearth, muscle convulsions or respiratory system symptoms.</p> <p>This bachelor's thesis includes information about the emergency care process of an electric injury patient, including approaching the target, treatment, assessment, interviewing, care, transport and handing over to the hospital. The bachelor's thesis includes also theoretic information about electricity, electric injuries, the effect of electric current to different organs or tissues, the operation of the emergency care system in electric injury accidents, work safety and co-operating with other authorities and co-operating partners.</p> <p>The purpose of this bachelor's thesis is to describe the emergency care process of an electric accident patient. The other purpose of this bachelor's thesis is to develop an e-learning study material for the use of emergency care students. The objective is to improve the theoretic skills of a student in the emergency care process of an electric accident patient in emergency care. The e-learning material supports emergency care students' self-learning and gives advanced special information for those who are interested in the subject.</p> <p>The bachelor's thesis was carried out to examine the literature and articles of the subject. The e-learning material for self-learning was made based on collected material which includes information based on theory, pictures, tables, slide shows, exercises, in-depth articles and a final exam.</p>	
Keywords	Electric injury, electric shock, electric burn, emergency care, care process, e-learning material

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet	2
3	Tiedonhaku	3
4	Aikaisemmat tutkimukset sähkötapaturmista	4
5	Sähkötapaturmien, sähkövammojen ja oireiden synty	5
5.1	Sähköoppi	5
5.2	Sähkövirran vaikutus soluihin, kudoksiin ja sisäelimiin	7
5.3	Sähkötapaturmien riskejä ja syitä	11
5.4	Sähkötapaturmien aiheuttamat vammat ja oireet	13
6	Sähkötapaturmapotilas ensihoidossa	20
6.1	Yhteistyötahot ja työturvallisuus	20
6.2	Kohteeseen meneminen	24
6.3	Potilaan kohtaaminen	26
6.4	Potilaan tutkiminen ja haastattelu	32
6.5	Potilaan hoitaminen	44
6.6	Potilaan tarkkaileminen	48
6.7	Potilaan kuljettamatta jättäminen	49
6.8	Potilaan kuljettaminen jatkohoitoon	51
6.9	Potilaan luovuttaminen hoitolaitokseen	53
7	Verkko-opiskelumateriaalin kehittäminen sähkötapaturmapotilaasta	55
7.1	Verkko-opiskelu	55
7.2	Verkko-opiskelumateriaalin kehittämien	56
8	Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus	57
9	Pohdinta	58
	Lähteet	60

Liitteet

Liite 1. Mukaan valitut tutkimukset

Liite 2. Tiedonhaun tulokset

1 Johdanto

Sähkötapaturmille tai sähkövirran aiheuttamille vammoille altistuneet potilaat ovat ensihoidossa haasteellinen potilasryhmä, jonka ensihoitaja voi kohdata hälytystehtävällä. Kuolemaan johtaneet sähkötapaturmat ovat vuosikymmenien aikana vähentyneet merkittävästi Suomessa. Vuonna 2015 sähkötapaturmissa välittömästi menehtyi kolme ihmistä, kun taas vuonna 1980 vastaava luku oli 14. Ilmoitettuja sähkötapaturmia on vuoden 2015 aikana raportoitu 103 Tukesin (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto) VARO-rekisterissä. (Tukes 2015.) Sähkötapaturmien vähennyttyä sähkötapaturman uhriksi joutuneen potilaan kohtaaminen on entistä harvinaisempaa ensihoidossa. Osalle ensihoitajista sähkötapaturmapotilaan kohtaaminen voi olla ensimmäinen ja ainut koko uransa aikana. Työkokemuksen pohjalta kehittyneitä toimintamallia tai rutiinia työskentelyyn ei välttämättä ole kehittynyt, siksi osaamista on hankittava jollakin muulla tavalla esimerkiksi verkko-oppimateriaaleista. Sähkötapaturmapotilasta hoidettaessa täytyy osata tiettyjä työtyöturvallisuuteen ja sähkölaitteistoihin liittyviä asioita, jotta työskentely olisi turvallista. (Holmström – Kuisma – Nurmi – Porthan – Taskinen 2015: 616.)

Tapaturmalla tarkoitetaan ennalta odottamatonta äkillistä kehon ulkoisen energian aiheuttamaa tapahtumaa, mikä johtaa kehon, sen osan tai kudoksen vammautumiseen tai elimistön toimintahäiriöön (Tapaturmien ehkäisy 2016). Sähkötapaturmassa primaarina vammamekanismina on kudoksissa kulkeva sähkövirta. (Holmström ym. 2015: 617.) Sähkötapaturmassa ihminen saa sähkölaitteistosta sähköiskun, jossa sähkövirta kulkee kehon läpi. Sähkövirta aiheuttaa elimistössä lihasten ja hermoston toimintahäiriöitä, joita ovat sydämen rytmihäiriöt ja kouristukset. Sähkövirran aiheuttamia tyypillisiä kudosisvammoja ovat puolestaan eriaisteiset palovammat tai sekundaarivammat. (Holmström 2015: 617–619.) Tyypillinen sähkötapaturmapotilas on paljon sähkövirran kanssa tekemisissä oleva sähköasentaja tai rakennustyömailla työskentelevä henkilö, pieni lapsi tai aukealla paikalla urheilua harrastava henkilö esimerkiksi golfaaja (Bryan – Colwell – Murphy – Pineda 2010: 47).

Sähkön käyttö kuuluu vahvasti monen ihmisen arkielämään, mutta sen käyttöön liittyy aina vaaroja. Huolimattoman ja viallisten sähkölaitteistojen käytön on todettu altistavan sähkötapaturmille. Sähkötapaturmista tiedetään, että ne voivat olla hengenvaarallisia. Jokainen altistuminen sähkövirralle voi johtaa vakaviin vammoihin, elimistön

toimintahäiriöihin tai kuolemaan. Tukes on koonnut vuosittain tilastoja Suomessa tapahuvista sähkötapaturmista ja niistä johtuneista kuolemista. Tämän lisäksi Tukes on laatinut sähköturvallisuuteen liittyviä ohjeita ja oppaita sekä asettanut määräyksiä kotitalouksien ja teollisuuden sähköturvallisuuteen liittyen. (Tukes 2015.) Lääke- ja hoitotieteessä on laadittu useita hoito-ohjeita sähkötapaturmapotilaan ensi- ja akuuttihoitosta. Ensihoidossa kokeneet ensihoidon vastuulääkärit yhdessä muiden ensihoidon ja sairaaloiden työryhmien kanssa ovat laatineet hoito-ohjeita sekä ohjeita hoito-ohjeiden pyytämiseksi niin ensihoitoon kuin päivystyspoliklinikoille. (Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri 2008.) Jatkuvasti päivittyviä hoito-ohjeita eri sairauksien ja vammojen hoitoon akuuttitilanteissa on koottu Duodecim Oy:n ylläpitämälle Terveystieto-sivustolle, jota käyttävät niin hoitajat kuin lääkäritkin perusterveydenhuollossa ja erikoissairaanhoidossa päivittäin ympäri Suomea (Terveystieto 2017). Kokeneet ensi- ja akuuttihoitoon osajat ovat kirjoittaneet sähkötapaturmapotilaasta kirjallisiin teoksiin, joita käytetään opetusmateriaaleina oppilaitoksissa ja työelämässä (Castrén – Kurola – Lund – Martikainen – Silfvast 2013: 7–8).

Tämän opinnäytetyön aiheena on aikuisen sähkötapaturmapotilaan ensihoitoprosessi, johon sisältyvät: työturvallisuus, yhteistyö muiden viranomaisten kanssa, kohteeseen meneminen, potilaan kohtaaminen, potilaan tutkiminen ja haastattelu, potilaan hoitaminen, potilaan tarkkaileminen, potilaan kuljettamatta jättäminen, potilaan kuljettaminen jatkohoitoon ja potilaan luovuttaminen hoitolaitokseen. Tämän lisäksi opinnäytetyössä käsitellään sähkötapaturmapotilasta hoidettaessa tarvittavaa keskeistä teoretista tietoa sähköopista, sähkövirran käyttäytymisestä ja vaikutuksesta elimistöön sekä sen aiheuttamia vammoja ja oireita. Lapset ja nuoret ovat rajattua aiheen ulkopuolelle. Opinnäytetyö liittyy Metropolia Ammattikorkeakoulun opinnäytetyöhankkeeseen, jossa kehitetään verkko-opiskelumateriaalia ensihoidon tutkinto-ohjelman opiskelijoille. Verkko-opiskelumateriaali on suunnattu sekä alku-, että loppuvaiheen opiskelijoille opiskelijan kiinnostuksen mukaan. Verkko-opiskelumateriaali antaa paljon perustietoa alkuvaiheen opiskelijalle ja kertaavaa keskeistä ensihoitoon liittyvää tietoa loppuvaiheen opiskelijalle.

2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet

Opinnäytetyön tarkoitus on kuvata sähkötapaturmapotilaan ensihoitoa. Toisena tarkoituksena on kehittää verkko-opiskelumateriaalia Metropolia Ammattikorkeakoulun

ensihoidon tutkinto-ohjelman opiskelijoille. Tavoitteena on kehittää ensihoitajaopiskelijan teoreettista osaamista sähkötapaturmapotilaan hoitoprosessista ensihoidossa. Verkko-opiskelumateriaali tukee ensihoitajaopiskelijoiden itsenäistä opiskelua ja antaa syventävää tietoa aiheesta kiinnostuneille. Verkko-opiskelumateriaalin laatimista ohjaavia tutkimuskysymyksiä ovat seuraavat:

1. Miten työturvallisuus huomioidaan hälytystehtävällä?
2. Milloin ensihoitajan on turvallista mennä kohteeseen sähkötapaturmatilanteissa?
3. Miten sähkötapaturmapotilas kohdataan, tutkitaan ja haastatellaan sekä hoidetaan?
4. Minne sähkötapaturmapotilas kuljetetaan ja miten tarkkaillaan sekä luovutetaan hoitolaitokseen tai tarvitseeko kuljetusta ambulanssilla?
5. Minkälainen itseopiskelumateriaali tukee ensihoitajaopiskelijoiden osaamisen kehittymistä sähkötapaturmapotilaan ensihoitoprosessissa?

3 Tiedonhaku

Tietoa sähkötapaturmapotilaan ensihoidosta haettiin sähköisistä tietokannoista ja manuaalisesti aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta. Tiedonhaussa käytettävät sähköiset tietokannat olivat: Medic-, Cinahl-, Terveysportti-, Arto- ja Eric-tietokannat sekä Tukesin verkkosivut. Sähköisistä tietokannoista etsittiin aiheeseen liittyviä artikkeleita. Hakusanoina käytettiin aihepiirin keskeisiä sanoja: *sähkövamma*, *sähköpalovamma*, *aitiopaineoireyhtymä* ja englannin kielellä *electric injury*, *electric*, *emergency*, *lightning strike* ja *self-learning*. Manuaalista tiedonhakua tehtiin kirjastosta saatavilla olevista ensi- ja akuuttihoitotyöhön sekä sähkötapaturmiin liittyvistä oppikirjoista ja oppaista.

Etsittäessä aiheeseen liittyviä artikkeleita sähköisistä tietokannoista poissulkukriteereinä käytettiin julkaisuvuotta, joka rajattiin kaikissa hauissa vuodesta 2000 eteenpäin. Englanninkielisiä artikkeleita haettaessa hakutuloksia rajattiin artikkeleihin, jotka sisälsivät tiivistelmän ja kirjoituskielenä oli englanti. Kaikki sähköiset tietokannat eivät tuottaneet toivottuja hakutuloksia. Suomenkielisiä artikkeleita ei sähköisistä tietokannoista löytyi niukasti. Englannin kielellä sen sijaan löytyi useita aiheeseen liittyviä artikkeleita. Poissulkukriteereiden lisäksi artikkeleiden tuli liittyä akuutti- ja ensihoitoon.

Tiedonhaun jälkeen sähköisistä tietokannoista löytyi hakusanoilla ja poissulkukriteereillä 477 artikkelia. Ensin artikkeleita valittiin mukaan otsikon perusteella. Mukaan valittiin yhteensä 108 artikkelia. Lopuksi näistä artikkeleista valittiin tiivistelmän ja koko tekstin

perusteella yhteensä 22 artikkelia, joista 13 oli tutkimuksia ja yhdeksän asiantuntija-artikkeleita. Liitteessä 1 on esitelty hakutulokset. Artikkeleiden valinta suoritettiin siten, että artikkeleista tuli löytyä vastauksia tutkimuskysymyksiin. Seuraavassa kappaleessa on esitelty aihepiirin keskeisimmät tutkimukset.

4 Aikaisemmat tutkimukset sähkötapaturmista

Atif ym. (2015) totesivat tutkimuksessaan, että sairaalassa hoidettavat palovammat olivat pääasiassa toisen ja kolmannen asteen palovammoja. Ne olivat laajuudeltaan 1 % – 61 % kehon pinta-alasta. Useimmiten niitä oli ylä- ja alaraajoissa sekä rintakehällä ja selässä. Potilaiden ikäjakauma oli 18–72 vuotta. Eniten sähkötapaturmia sattui kaupunkiasutusalueilla. (Atif – Ayhan – Bünyami – Mucahit – Şahin – Umit – Zeynep 2015: 26–27.)

Aşadi ym. (2013) osoittivat tutkimuksessaan, että yleisin sähkötapaturman aiheuttaja oli ilmajohdosta saatu sähköisku. Tämän lisäksi sähkötapaturmia aiheuttivat sähkökäyttöiset työkalut ja -koneet. Suurjännitteen aiheuttamat sähkövammat vaativat useimmiten kirurgisia toimenpiteitä, kuten ihosiirteitä, faskiotomiaa tai amputaatiota. (Aşadi – Der Ghazarian – Fatemi – Samini – Shoar – Salehi 2013: 300–304.)

Aitken ym. (2009) totesivat tutkimuksessaan, että poliisin käyttämän etälamauttimen käyttämä voimakas sähkövirta aiheutti sydänoireita. Nämä näkyivät muutoksina EKG:ssa, jotka olivat pääasiassa takykardiaa, PR- ja QT-ajan muutoksia. Rytmihäiriöitä kuten eteisvärinää, kammiovärinää ja asystoliaa havaittiin. Etälamauttimen käytöstä aiheutui pieniä maahan kaatumisen seurauksena syntyneitä sekundaarisia vammoja, kuten ruhjeita ja mustelmia. (Aitken – Close – Furyk – Robb 2014: 250–253.)

Allison ym. (2014) osoittivat tutkimuksessaan, että ruumiinrakenteeltaan kookkaat ihmiset johtivat sähkövirtaa heikommin kuin ruumiinrakenteeltaan pienikokoiset ihmiset. Parhaan sähkönvastuksen ihon pinnalla antoivat kuiva, puhdistamaton ja eheä iho. Parhaiten sähkövirta läpäisi rikkinäisen ja hankautuneen iho. Erilaisista hoito- ja lääketieteessä käytettävistä nesteistä ja geeleistä sähkövirta johti parhaiten ultraäänigeeli, tämän jälkeen keittosuolaliuos ja steriili vesi. (Allison – Bond – Farzad – Lemkin – Lemkin – Witting 2014: 1330–1336.)

Hatakka ym. (2016) selvittivät tutkimuksessaan, että kuolemaan johtaneista sähkölaitteistojen aiheuttamista tulipaloista noin puolet olivat teknisistä vioista ja puolet sähkölaitteistojen käyttäjästä johtuvia kuolemia. Päihteiden käyttöä liittyi yli 40 %:iin kuolemista. Eniten kuolemaan johtaneita sähkölaitteistosta alkunsa saaneita tulipaloja aiheuttivat lieden jääminen päälle varomattoman käytön tai sairaskohtauksen takia. (Hatakka – Huuriainen 2016: 15, 26 ja 33.)

Nurmi ym. (2001) puolestaan havaitsivat tutkimuksessaan, että kuluttajilla olisi parantamisen varaa sähkölaitteistoihin suhtautumisessa ja niiden käytössä. Osa kotitalouksissa sattuneista sähkötapaturmista olisi ollut vältettävissä sähkölaitteistoiden oikeaoppisella käytöllä. Noin 40 %:ssa kotitalouksista uskottiin osattavan käyttää sähkölaitteistoa, vaikka käyttöohjeita ei oltu luettu ja noin 30 %:ssa kotitalouksista viallisia sähkölaitteistoja yritettiin korjata itse. (Nurmi – Saastamoinen 2001: 9–31.)

Tulonen (2010) totesi tutkimuksessaan, että useimmiten sähkötapaturman taustalla oli kiire, sähkötyön suunnittelusta tai organisoinnista johtuvat ongelmat sekä inhimillinen virhe sähkö- ja energia-alalla. Sähkötapaturmien syiksi korostuivat työturvallisuutta varmistavat toimenpiteet. Niitä olivat mm. sähkövirran katkaisu ennen asennustöiden aloittamista, mitä ei kaikissa sähkötapaturmiin johtaneissa sähkötöiden yhteydessä tehty. (Tulonen 2010: 16–24, 51.)

5 Sähkötapaturmien, sähkövammojen ja oireiden synty

5.1 Sähköoppi

Sähkö on elektronien liikettä. Kun elektronit liikkuvat samaan suuntaan, syntyy sähkövirtaa. Sähkövirran yksikkö on ampeeri (A). (Saksala – Somerharju 2010: 58.) Ampeeri kertoo kappaleen läpi kulkevan energiamäärän (Harjola – Mäkijärvi – Päivä – Valli – Vaula 2016: 45). Sähkövirta jaetaan kahteen päätyyppiin sen liikesuunnan mukaan. Tasavirrassa sähkövirta kulkee vain yhteen suuntaan. Vaihtovirrassa sähkövirran kulkusuunta on edestakaista liikettä. Sähkövirran taajuus (Hz) kuvaa sitä, kuinka monta kertaa sekunnissa sähkövirta vaihtaa suuntaa. Suomessa sähköverkon taajuus on 50 Hz. Tasavirran taajuus on aina 0Hz, koska sähkövirta ei vaihda suuntaa. Sähkövirran kulku edellyttää aina kolmea asiaa. Virtalähdettä, sähkölaitetta ja johtimen, joka yhdistää nämä kaksi asiaa. Jos jokin näistä puuttuu, ei sähköiskuakaan voi saada.

Jännitteeksi, jonka yksikkö on voltti (V), kutsutaan virtalähteen positiivisen ja negatiivisen navan välistä potentiaaliero. Virtalähteessä on aina toisistaan erotettuja positiivisia ja negatiivisia elektroneja. Kun nämä kohtaavat keskenään johtimella yhdistettynä, negatiiviset elektronit siirtyvät kohti positiivisia elektroneja. Tämä saa aikaan sähkövirran kulun. (Saksala ym. 2010: 58.) Resistanssilla, jonka yksikkö on ohmi (Ω), tarkoitetaan aineen tai materiaalin kykyä vastustaa sähkövirtaa. (Holmström ym. 2015: 617.)

Puhutaan pienjännitteestä, kun sähkövirran jännite vaihtovirtaverkossa on alle 1000 V ja suurjännitteestä, kun sähkövirran jännite on vaihtovirtaverkossa yli 1000 V. Pienoisjännitteellä tarkoitetaan jännitettä, jonka sähkövirta vaihtovirtaverkossa on alle 50 V. Pien- ja pienoisjännitettä käytetään pääasiassa kotitalouksien sähkölaitteistoissa. Suurjännitettä käytetään teollisuudessa ja voimansiirrossa. (Hokkanen ym. 2006, Suomen standardisoimisliitto 2007: 10.)

Suomessa sähköverkon jännite kotitalouksissa on 230–400 V (Oksanen – Turva 2010: 122). Teollisuudessa sähköverkon jännitteet vaihtelevat 230 V:sta aina suurjänniteverkkojen, jopa 20 kV:iin asti (Tulonen 2010: 6). Suomessa rautateiden yläpuolella olevassa johdinlangassa jännite on 25 kV (Varo sähköä radalla 2017). Puisto- ja pylväsmuuntajissa jännite on 20 kV (Hokkanen – Hällström – Kokkola – Pykälä 2006). Valtakunnallisissa voimansiirtolinjoissa jännite on 400 kV, joka on korkein Suomessa esiintyvä jännite (Helistö – Kajava 2006).

Toisinaan ihminen saattaa saada sähköiskun koskettamatta sähkölaitteistoa. Tämän tapahtuessa ihminen tulee liian lähelle sähkölaitteistoa, eikä välissä oleva ilma riitä eristämään ihmistä sähkölaitteistosta, vaan sähkövirta hyppää ilman halki ihmiseen synnyttäen näkyvän sähköpurkauksen. Tätä fysikaalista ilmiötä kutsutaan valokaareksi. Sillä on monta hengenvaarallista elementtiä. Sen lämpötila voi olla 3000 °C, mikä saa aikaan monien muovien ja metallien sulamisen. Sulamisessa vapautuu ilmaan myrkyllisiä palokaasuja ja roiskuu kuumia palotuotteita, muoveja ja metalleja. Sen kirkkaus voi aiheuttaa sokaistumisen. Sitä ei voi sammuttaa olemassa olevilla sammutusaineilla tai -laitteilla, eikä vedellä. Ainoa keino sen sammuttamiseksi on katkaista sähkövirta sähkölaitteistosta. (Holmström ym. 2015: 617–618.)

Salamaniskut ovat mahdollisia sähkötapaturman aiheuttajia, joten niistä on hyvä tietää keskeisimmät asiat. Salaman keskimääräinen jännite vaihtelee 10–20:n miljoonan V:n ja sen sähkövirta 10–85 kiloampeerin välillä. (Holmström ym. 2015: 620.) Salaman

lämpötila voi olla 8 000°C–50 000 °C (Bryan ym. 2010: 48). Salaman iskiessä maahan, syntyy iskukohdan ympärille jännitekenttä, jonka kautta ihminen voi saada epäsuoran sähköiskun salamanikusta. Tätä ilmiötä kutustaan askeljännitteeksi. Epäsuoran salamaniskun osuminen ihmiseen on myös mahdollista ihmisen seisoessa puun alla. Salama iskee puuhun ja kimpoaa oksasta tai rungosta ihmiseen, koska ihminen johtaa paremmin sähköä kuin puuaines. (Holmström ym. 2015: 620.) Toisinaan sähkölaitteiston rikkoutuessa siihen saattaa jäädä sähkövaraus, vaikka sähkölaitteistosta olisi kytketty sähkövirta pois. Tätä ilmiötä kutsutaan latausjännitteeksi, joka syntyy vain maadoittamattomiin sähkölaitteistoihin. (Holmström ym. 2015: 624.)

5.2 Sähkövirran vaikutus soluihin, kudoksiin ja sisäelimiin

Sähkövirran vaikutus soluihin, kudoksiin ja sisäelimiin riippuu sen suuruudesta, taajuudesta, altistusajan pituudesta ja kulkureitistä kehossa (Saksala ym. 2010: 61). Lisäksi sähkövammojen laajuuteen ja elimistön toimintahäiriöiden vakavuuteen vaikuttavat sähkövirran tyyppi, kontakti pinta-alan laajuus ja kudoksen resistanssi (Holmström ym. 2015: 618). Vammoja ja oireita voi syntyä lyhytkestoissakin altistumisissa sähkövirralle, joten pienikin sähköisku voi aiheuttaa vammoja ja häiriöitä elimistön rakenteissa tai toiminnassa. Pidempikestoisen ja voimakkaammalle sähkövirralle altistuminen aiheuttaa vaikeahoitaisia oireita ja vammoja kuten kouristuksia ja palovammoja. (Saksala ym. 2010: 61.)

Monesti lullaan pitkäkestoisen altistumisen sähkövirralle aiheuttavan vakavampia vammoja tai oireita kuin lyhytkestoisen altistumisen. Teoriassa näin ei kuitenkaan ole. Vammat ja oireet syntyvät sähköenergian vaikutuksesta. Teoriassa salamanisku voi olla vaarattomampi kuin sähköverkkoon pidempikestoisen takertumisen aiheuttamat vammat ja oireet. Salamaniskussa altistumisaika on alle 1 ms ja verkkovirrassa saatetaan olla takertuneena useita minuutteja, jolloin saadun sähköenergian määrä kasvaa nopeasti. (Castrén – Halveranta – Kinnunen – Korte – Laurila – Paakkonen – Pousi – Väisänen 2012a: 329.) Yleisesti on pidetty, että alle 100 V:n sähköiskut ovat vaarattomia (Harjola ym. 2016: 45). Alle 100 V:n jännitettä käytetään tietoliikenne-soittokello- ja hälytysjärjestelmissä (Suomen standardisoimisliitto 2007: 6). Sähkövirran suuruuden vaikutuksia elimistön toiminnassa on esitelty taulukossa 1. Sähkövirta etenee kehossa sattumanvaraisesti ja voi vaihtaa suuntaa useita kertoja tai jakautua useaan suuntaan (Kozio-McLain – Oman 2007: 369–370).

Taulukko 1. Sähkövirran vaikutuksia elimistön toimintaan (mukailtu lähteistä Saksala ym. 2010: 61 ja Sähkövammat 2016).

Sähkövirta	Oireet
Tuntokynnys 1 mA	Nipistelyn tunne. Sähkövirta pyrkii aktivoimaan tuntohermostoa. Ei aiheuta kipua
Irrottautumiskynnys 10 mA	Lihasten liikehermosto aktivoituu ja seuraa tahdosta riippumattomia lihaskrampeja ja kouristuksia. Ihminen ei pysty kontrolloimaan liikkeitään.
Kammiovärinäkyynnys 100 mA	Sähkövirta saa aikaan häiriöitä sydänlihaksen sähköisessä toiminnassa ja aiheuttaa rytmihäiriöitä, kuten kammiovärinää.
Lihaslamakynnys 200 mA	Sähkövirta aiheuttaa jatkuvan kouristustilan ja lamaa lihasten toiminnan aiheuttaen esimerkiksi hengityslaman.
Sydänpysähdyskynnys 2000mA	Sähkövirta saa aikaan sydänpysähdysten ja aiheuttaa asystolen.

Paljon vettä ja elektrolyyttejä sisältävissä kudoksissa, kuten lihaksissa, hermoissa ja verisuonissa, sähkövirta etenee nopeasti kudoksen alhaisen resistanssin takia. Jänteissä, luissa ja rasvakudoksissa resistanssi on korkea, joten sähkövirta kulkee hitaammin muuttuen herkemmin lämpöenergiaksi polttaen kudosta aiheuttaen palovammoja ja proteiinien sakkautumista. (Castrén ym. 2012a: 329.)

Sähköisku aiheuttaa kudovammoja verisuonikudoksessa johtaen verenkiertohäiriöihin. Kudovammat kohdistuvat useimmiten ääreisverenkierron pieniin perifeerisiin verisuoniin. Verenkierto on niissä normaalistikin hidasta ja heikkoa, joten iskeemistä tai hypotermistä vaikutusta ympärillä oleviin kudoksiin ei kuitenkaan pääse helposti syntymään. Kudovammat suurissa verisuonissa ovat tyypillisesti aneorysmia, kudoksen repeämiä tai palovammoja, jotka johtavat verenkiertohäiriöihin. (Holmström ym. 2015: 619.) Verenkiertohäiriöt ovat tukoksia tai verenvuotoja (Harjola ym. 2016: 46).

Keuhkoihin ei useimmiten synny suoria kudovammoja sähköiskusta, mutta palovammat ovat mahdollisia. Keuhkoihin kohdistunut sähköisku aiheuttaa todennäköisesti hengityselinten toimintahäiriöitä kuten hengityskatkoksia. Pahimmillaan sähköisku

aiheuttaa täydellisen hengityslaman kehittymiseen, joka voi johtaa sekundaariseen sydänpysähdykseen. (Holmström ym. 2015: 619.)

Hermostossa sähköisku aiheuttaa hermokudosvaurioita ja toimintahäiriöitä stimuloimalla hermoston toimintaa saaden aikaan lihaskouristuksia. Sähköisku aiheuttaa hermostossa näkö-, kuulo-, tunto- ja liikehäiriöitä sekä halvausoireita. Tyypillisin halvausoire on raajojen heikkous. Puutuminen, kihelmöinti ja pistely ovat tavanomaisia hermoston oireita. Tavallisesti vauriot kohdistuvat selkäytimen C4–C8 tasolle, jolloin sähkövirta kulkee kädestä toiseen rintakehän läpi. Hetkellinen tajuttomuus ja sekavuus ovat yleisiä sähköiskun saaneilla. Toisaalta hermoston vauriot voivat syntyä sekundaarivaurioina hengityksen tai sydänpysähdyksen aiheuttaman hapenpuutteen takia. (Holmström ym. 2015: 619.)

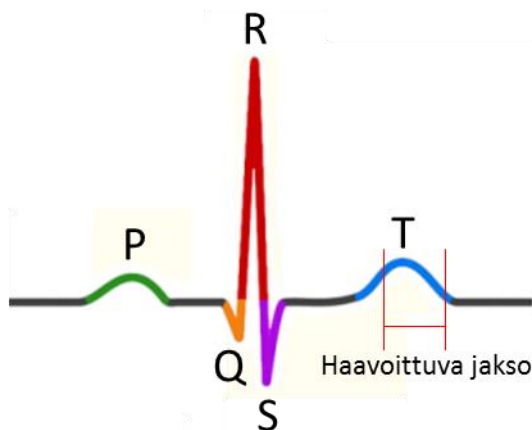
Lihakset vaurioituvat niitä hapettavien valtimoiden verenkiertohäiriön seurauksena aiheuttaen iskemiaa ja turvotusta niitä ympäröiviin lihaskudoksiin, mikä hoitamattomana johtaa lihasnekroosiin. Lihasnekroosi ja iskemia voivat edetä aitiopaineoireyhtymän kehittymiseen, joka puolestaan johtaa rabdomyolyyysiin. Rabdomyolyyysissä nekrotisoituneista lihaksista vapautuu verenkiertoon myoglobiinia, joka sakkautuu munuaisissa tukkien pienet munuaistiehyet aiheuttaen akuutin munuaisten vajaatoiminnan. (Holmström ym. 2015: 619–620.)

Sähköisku aiheuttaa harvoin suoria vammoja luustoon. Useimmiten luiden murtumat syntyvät sekundaarivammoina sähköiskun aiheuttaman kaatumisen, sinkoutumisen tai putoamisen seurauksena. (Holmström ym. 2015: 620.) Maailmalla on raportoitu joitakin potilastapauksia, joissa murtumat ovat syntyneet ilman sekundaarivammaa (Carlos – Chorng-Kuang – Jen-Dar – Wen-Cheng – Yu-Hui 2010: 1060.e3–1060.e4).

Ihokudosten vammojen vakavuus vaihtelee paljon. Sähkövirran osuessa iholle, se muuttuu lämpöenergiaksi aiheuttaen eriasteisia palovammoja ihon pinnalla ja syvemmällä ihokudoksissa. Palovammat ilmenevät lievänä punoituksena ihon pinnalla tai jopa kolmannen asteen palovammoina, jotka ulottuvat syvälle kudoksiin. Aina sähköisku ei aiheuta näkyviä vammoja ihon pinnalle, vaan palovammat voivat olla syvällä kudoksissa tai sisäelimissä. Joskus iholla voidaan havaita sähkövirran sisäänmeno- tai ulostulokohdat. (Holmström ym. 2015: 619.) Sisäänmeno- tai ulostulokohdista ei voida päätellä sisäisten vammojen sijaintia, laajuutta tai vakavuutta (Kozio-McLain ym. 2007: 369–370).

Iho on ihmisen paras luontainen sähkövastus, mutta voi vaurioitua pahoin sähköiskun seurauksena. Ihon sähkövastustuskykyyn vaikuttavat ihon pinnan kosteus, ihon eheys ja ihonalaiskudoksen määrä. Parhaan suojan sähkövirtaa vastaan antaa kuiva ja ehjä iho. Ihon sähkövastusta heikentävät kostea tai märkä iho sekä ihorikot, joista sähkövirta läpäisee ihon herkemmin. Ihonalaiskudoksen, useimmiten rasvakudoksen määrä vaikuttaa sähkövirran johtumiseen sisäelimiin. Mitä enemmän ihonalaiskudosta on, sitä paremmin se vastustaa sähkövirtaa. (Allison ym. 2014: 1332–1333.)

Kulkiessaan sydämen läpi sähkövirta aiheuttaa rytmii- ja johtumishäiriöitä sydämessä tai sydänpysähdyksen. Haavoittuvin ajanjakso sydämen toimintakierrossa on repolarisaatiovaihe, etenkin T-aallon keskivaihe ja laskeva osa, mikä on havainnollistettu kuvassa 1. Sähköiskun osuminen T-aallon päälle kääntää rytmin suurella todennäköisyydellä kammiovärinä, vaikka lähtörytmi olisi sinusrytmi perusterveellä ihmisellä. Tämä asia otetaan huomioon kardioversiota tehdessä. Jokaisessa defibrillaattorissa on (SYNC) toiminto, joka ajoittaa sähköiskun automaattisesti QRS kompleksin päälle. (Holmström ym. 2015: 206.) Sähkövirta voi aiheuttaa kudolvaurioita sydänlihaksessa, minkä seurauksena sydämen normaali sähköinen toiminta häiriintyy ja sydämen oma sähkövirran kulkureitti muuttuu. Tästä seuraa johtumishäiriöitä kuten haarakatkoksia. (Holmström ym. 2015: 619.)



Kuva 1. Haavoittuva jakso sydämen sähköisessä kierrossa (mukailtu lähteestä Holmström 2015: 206).

5.3 Sähkötapaturmien riskejä ja syitä

Sähkötapaturmat johtuvat ihmisen inhimillisestä virheestä tai sähkölaitteiston suojausmekanismien pettämisestä. Sähkötapaturmat syntyvät aktiivisten tai piilevien virheiden kautta. Aktiivisessa virheessä tapahtumaketju käynnistyy heti, esimerkiksi ihmisen saadessa sähköiskun sähköpääkeskuksesta tehdessään asennustöitä tai korjattaessa vanhaa sähkölaitteistoa. Aktiiviset virheet ovat tilanteita, joissa esimerkiksi asennus- tai korjaustoimenpide ei ole mennyt suunnitellusti, vaan sattuu ”lipsahdus”, joka johtaa sähköiskuun. (Nurmi ym. 2001: 5–7.) Esimerkiksi ihminen yrittää korjata sähkölaitteistoa itse, mutta saa sähköiskun. (Nurmi ym. 2001: 32).

Toisaalta asennus- tai korjaustoimenpide ei ole tarkoituksenmukainen, tietoa asennettavasta, korjattavasta tai käytettävästä sähkölaitteistosta ei ole riittävästi, minkä seurauksena ihminen saa sähköiskun sähkölaitteistosta. Asennus tai korjaustoimenpiteessä tapahtuu tällöin ”erehdys”, joka johtaa sähköiskuun. (Nurmi ym. 2001: 6). Ihminen uskoo osaavansa käyttää sähkölaitteistoa turvallisesti ilman käyttöohjeiden lukemista tai ymmärtävänsä sen toimintaperiaatteen ja saakin sähköiskun. (Nurmi ym. 2001: 16, 28–29).

Välttämättä asennus- tai korjaustoimenpide ei kuulu suunnitelmaan tai siihen ei suhtauduta asiaan kuuluvalla vakavuudella. Asennettaessa tai korjattaessa sähkölaitteistoa sähkövirtaa ei katkaista ennen asennus- tai korjaustoimenpidettä, mistä seuraa ”rikkomus”, joka johtaa sähköiskuun. (Nurmi ym. 2001: 6). Virheiden tai erehdysten lisäksi piittaamattomuus ja sähkölaitteistojen väärinkäyttö johtavat sähkötapaturmiin. Esimerkiksi ihminen käyttää sisätiloihin tarkoitettua sähkölaitetta ulkotiloissa ja saa sähköiskun. (Nurmi ym. 2001: 18–20.) Aktiiviset virheet sähkötapaturmissa voidaan jakaa siis taito-, sääntö- tai tietopohjaisiin virheisiin (Nurmi ym. 2001: 5–7).

Piilevässä virheessä sähkötapaturman aiheuttaja ei ole välttämättä näkyvillä ja sähköiskuun johtanut tapahtumaketju voi kestää pitkään, ennen kuin näkyvä vaikutus ilmaantuu ja sähkötapaturma tapahtuu. Piilevät virheet voivat johtaa sähkölaitteiston suojausjärjestelmän osittaisesta pettämisestä, eikä vikaa ole havaittu riittävän ajoissa, sähkölaitteiston tai sen asennustyön suunnittelusta. Käytettävä sähkölaitteisto on voinut olla jo uutena viallinen ja vaarallinen, tai asennustyötä ei ole suunniteltu etukäteen. Sähkölaitteistoa ei ole huollettu tai tarkastettu riittävän usein. Koulutus ja perehdytys

voivat olla puutteellista. Työkalut, mittarit tai apuvälineet ovat voineet olla viallisia tai puutteellisia. Automaattiset ilmoitinjärjestelmät on huonosti ohjelmoitu, niitä ei ole huollettu tai päivitetty, jolloin ilmoitinjärjestelmä ei laukaise vikahälytystä riittävän ajoissa. (Nurmi ym. 2001: 6–7.)

Sähköiskun saaminen jostakin sähkölaitteistosta kotitalouksissa johtuu siis sähkölaitteiston väärästä käytöstä, rikkiäisen sähkölaitteiston käytöstä, sen korjaamisesta tai käyttöohjeiden lukematta jättämisestä (Nurmi ym. 2001: 31–33). Sähkölaitteistosta on aiheutunut jopa tulipalo tai sen vaara joissakin kotitalouksissa (Nurmi ym. 2001: 21). Sähkötapaturmien riskejä kotitalouksissa on kuvailtu tarkemmin taulukossa 2.

Taulukko 2. Sähkötapaturmien riskejä kotitalouksissa (mukailtu lähteestä Nurmi ym. 2001: 20, 26, 30–33).

Riski
käyttöohjeiden lukematta jättäminen
sähkölaitteiston turvallisuusohjeista piittaamattomuus
sähkölaitteiston väärä käyttö (Sisätiloihin suunnitellun sähkölaitteiston käyttö ulkotiloissa, sähkölaitteiston käyttö lämmittämättömässä tilassa, sähkölaitteiston käyttö suihkun aikana tai vieressä)
sisätilojen lämmittäminen väärällä sähkölaitteistolla
sähkölaitteiston käyttö apupöytänä
sähkölaitteiston korjaaminen
sähkölaitteiston huoltamatta jättäminen
sähkölaitteiston käyttäminen merkkivalon ollessa rikki
viallisen sähkölaitteiston käyttäminen
viallisten sähköjohtojen paikkaaminen teipillä tai eristysnauhalla
tiedonhaku sähkölaitteistosta epäluotettavasta lähteestä

Sähkötapaturmia teollisuudessa ja energia-alalla tapahtuu sähköasennustöiden jokaisessa vaiheessa, maadoituksen tekemisessä ennen asennustöitä, sähkölaitteiston asennuksessa ja testaamisessa. Sähkötapaturmien syiksi erottuu selkeästi kiire. Kiireen syitä ovat liian tiukat aikataulut, asiakkaiden vaatimukset, työntekijöiden puute ja työn suunnittelun puute. Toisena syynä esille nousevat työntekijästä johtuvat virheet, joihin sisältyvät turhien riskien ottaminen ja niihin tottuminen sekä asenteet sähköturvallisuutta

kohtaan. (Tulonen 2010: 72, 91.) Sähkötapaturmien syitä teollisuudessa ja energia-alalla on kuvailtu tarkemmin taulukossa 3.

Taulukko 3. Sähkötapaturmien syitä teollisuudessa ja energia-alalla (mukailtu lähteestä Tulonen 2010: 64).

Syy	Prosenttia
kiire	11,8 %
työskentely yksin	5,9 %
asenteet työturvallisuutta kohtaan	5,5 %
työskentely olosuhteet	5 %
riskeihin tottuminen	3,5 %
riskien ottaminen	3,3 %
työtehtävien ennakoimattomat muutokset, poikkeustilanteet ja häiriöt	2,8 %
materiaaleihin ja työkaluihin kompastuminen tai sotkeutuminen	2,8 %
urakkatyöskentely	2,4 %
varusteet, välineet ja työkonemat	2,2 %

5.4 Sähkötapaturmien aiheuttamat vammat ja oireet

Arkikielessä sähköiskulla tarkoitetaan ihmisen havaitsemaa tai tuntemaa sähköpurkausta. Ihminen kykenee havaitsemaan sähkövirran pistelevänä tuntemuksena tai kipuna. Kun sähkövirran aiheuttama kipu ylittää tuntokynnyksen, hermot reagoivat tähän ja lähettävät kipuviestin aivoihin. (Sähköisku 2017.)

Vaihtovirta ja tasavirta ovat yhtä hengenvaarallisia ihmiselle, vaikka ne käyttäytyvät eri tavoin. Vaihtovirta on sähkövirran edestakaista liikettä. Tämä saa aikaan elimistössä jatkuvan lihasten hallitsemattoman kouristelun, joka aiheuttaa niin kutsutun takertumisen sähkölaitteistoon. Takertuessaan ihminen ei pysty itse irrottautumaan sähkölaitteistosta, jolloin kontaktiajan kesto pitenee aiheuttaen vakavia vaurioita ja toimintahäiriöitä elimistössä. Useimmiten ihminen koskettaa sähkölaitteistoa kädellä. Lihasten kouristaessa käsi menee automaattisesti nyrkkiin, jolloin ihminen tarrautuu sähkölaitteistoon. Kehon ja raajojen liikkeet ohjautuvat suurten lihasten mukaisesti. Käsivarsien koukistajalihakset ovat kookkaampia, kuin loitontajalihakset, joten keho

vetää itseään automaattisesti koukistajalihasten jännittyessä lähemmäs sähkölaitteistoa. Tasavirta on sähkövirran kulkua yhteen suuntaan, joka aiheuttaa yksittäisen lihaskouristuksen ja ihminen sinkoutuu pois sähkölaitteistosta. Tasavirralla altistuessa kontaktiaika sähkövirran kanssa on lyhyt, mutta sekundaarivammat ovat yleisempiä kuin vaihtovirran aiheuttamissa sähköiskuissa. (Holmström 2015: 617–618.)

Pien- tai suurjännite -tyyppinen sähkövirta ovat hengenvaarallisia ja pienenjännite on vaaratonta ihmiselle. Nämä kolme käsitettä olisi hyvä erottaa toisistaan sähkötapaturmapotilasta hoidettaessa. Pienjännite aiheuttaa useimmiten toimintahäiriöitä elimistön normaalissa toiminnassa, kun taas suurjännite aiheuttaa vammoja kudoksissa ja sisäelimiissä sekä vakavia toimintahäiriöitä elimistössä. Pienenjännite ei aiheuta vammoja tai toimintahäiriöitä elimistössä. (Hokkanen ym. 2006, Suomen standardisoimisliitto 2007: 10.)

Suurjännitevirran aiheuttaman valokaaren vammat ovat useimmiten vaikeahoitaisia, koska sillä on monta hengenvaarallista elementtiä. Sen korkea lämpötila saa aikaan muovien ja metallien sulamisen, mikä johtaa palokaasujen muodostumiseen, joiden hengittäminen aiheuttaa hengityselinten oireita. Sulien muovien ja metallien roiskuessa ihmisen iholle ne aiheuttavat palovammoja. Valokaaren synnyttämä paineaalto voi singota ihmisen ilmaan tai kaataa ihmisen maahan aiheuttaen sekundaarisia vammoja ihmisen osuessa maahan. Sen kirkkaus voi aiheuttaa sokaistumisen, joka voi olla yksi syy kaatumiselle ja sekundaarivammojen synnylle. (Holmström ym. 2015: 617–618.)

Ihmiseen kohdistuvat salamaiskut ovat mahdollisia ukonilmalla ja ne aiheuttavat vakavia vammoja ja toimintahäiriöitä elimistössä. Vaikka salamaniskussa on paljon energiaa, voi ihminen selvitä sen iskusta hengissä, koska kontakti aika on äärimmäisen lyhyt. Kontaktiaika on keksimäärin noin yksi millisekunti. Salaman iskiessä maahan kannattaa muistaa iskukohdan ympärille syntyvä jännitekenttä, jonka kautta ihminen voi saada epäsuoran sähköiskun salamaniskusta. Epäsuoran salamaniskun osuminen ihmiseen on mahdollista ihmisen seisoessa puun alla, koska ihminen johtaa paremmin sähköä kuin puuaines. (Holmström ym. 2015: 620.)

Sähköisku voi aiheuttaa elimistössä monenlaisia vammoja ja toimintahäiriöitä. Ne voivat kohdistua kudoksiin tai sisäelimiin, riippuen sähkövirran kulkureitistä elimistössä. Vammoja ovat eriaisteiset palovammat, kudოსvauriot- tai repeämät, murtumat ja haavat. Sähköiskun aiheuttamia toimintahäiriöitä elimistön normaalissa toiminnassa ovat

sydämen rytmihäiriöt, hengityslama, hermoston toimintahäiriöt tai akuutti munuaisten vajaatoiminta. (Kozuiol-McLain ym. 2007: 367–369.)

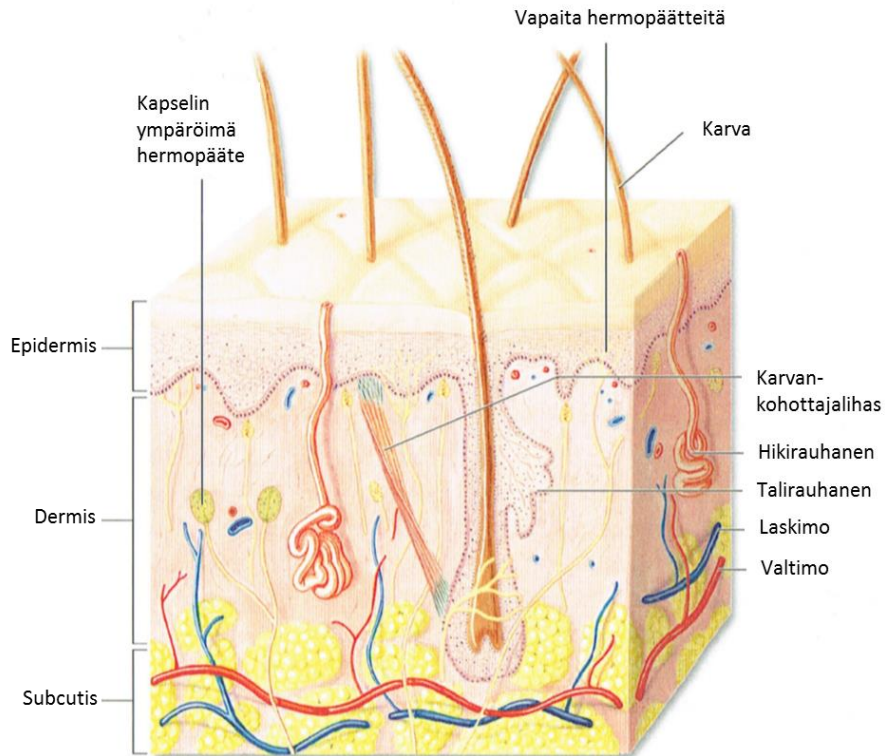
Sähköpalovammalla tarkoitetaan sähkövirran aiheuttamaa palovammaa. Palovamma syntyy sähkövirran edetessä kudoksessa polttaen sitä. Sähköpalovammassa kudოსvaurioita ei välttämättä näy ihon pinnalla vaan ne syntyvät syvemmälle ihon alle kudoksiin ja jopa lihaksiin tai luumun asti. Ainoat näkyvät vammat ihon pinnalla voivat olla hyvin pienet ja useimmiten siistit palovammakohdat, joista sähkövirta on mennyt kehoon sisään tai tullut ulos kehosta. (Castrén – Korte – Myllyrinne 2012b.)

Sähköpalovammat luokitellaan tavalliseen tapaan palovammaluokituksen mukaan I asteen, II asteen pinnallisiin, keskisyviin ja syviin sekä III asteen palovammoihin niiden vaikeusasteen perustella (Castrén ym. 2012a: 299). I asteen sähköpalovammoissa vammat ulottuvat epidermaalikudokseen. Iho on kuiva, punoittava ja arka. Ihon pinta on ehjä eikä rakkuloita ole. (Kallinen 2013: 15.) Vitaalireaktio on normaali (Holmström ym. 2015: 550).

II asteen sähköpalovammat luokitellaan dermaalikudoksen vaurioiden mukaan pinnallisiin, keskisyviin ja syviin palovammoihin. Pinnallinen sähköpalovamma on punoittava ja kivulias. Ihon pinnalle muodostuu rakkuloita, jotka sisältävät kudოსnetettä. Puhjetessaan ne tihkuttavat kudოსnestettä. Vammat ulottuvat dermaalikudoksen yläosaan. Keskisyvässä sähköpalovammassa vammat ulottuvat dermaalikudoksen syvempiin kerroksiin. Kipu on lievempää, koska osa kipua aistivista hermopäätteistä on vaurioitunut. Vitaalireaktio on pitkittynyt kapillaarisuonten osittaisen tuhoutumisen takia. Syvä sähköpalovamma ulottuu syväälle dermaalikudokseen. Ihon pinta kuoriutuu, ja siihen muodostuu rakkuloita. Vitaalireaktiota ei ole, koska kapillaarisuonet ovat vaurioituneet ja verenkierto on heikentynyt. Kipu- ja tuntoherkkyys on huonontunut hermopäätteiden tuhouduttua osittain. (Kallinen 2013: 16.)

III asteen sähköpalovammoissa vauriot ulottuvat kaikkiin ihon kerroksiin syväälle subcutikseen asti, jopa lihaksiin, luihin tai jänteisiin. Iho on kuiva, punoittava tai vaaleanharmaa ja nahkamainen, jopa hiiltynyt. (Holmström ym. 2015: 550.) Kipu- ja tuntoaisteja ei ole vaurioituneella alueella, koska hermopäätteet ovat tuhoutuneet. Vitaalireaktiota ei ole, koska verenkierto on loppunut vaurioituneelta alueelta verisuonien tuhouduttua. Rakkuloita ei myöskään synny tämän takia. (Kallinen 2013: 15.) Ihon rakennetta ja eri ihoeroksia on havainnollistettu kuvassa 2. Tilastollisesti yli puolet

yliopistotason sairaalan päivystyspoliklinikoilla hoidettavista sähköpalovammoista on III asteen sähköpalovammoja. Noin 40 % II asteen sähköpalovammoja ja I asteen sähköpalovammoja on vain muutamia. (Atif ym. 2015: 27.)



Kuva 2. Ihon rakenne (mukailtu lähteestä Bjälle – Haug – Sand – Sjaastad – Toverlund 2011: 97).

Elimistössä on erilaisia niin kutsuttuja tiloja, joita toisistaan rajaavat erilaiset sidekudokset, kalvot ja luiset rakenteet. Akuutilla aitiopaineoireyhtymällä tarkoitetaan tilannetta, jossa tietyn tilan sisäinen paine nousee ja kudosten verenkierto sekä hapettuminen häiriintyvät. Sähkötapaturmissa aitiopaineoireyhtymä kehittyy useimmiten ylä- tai alaraajoihin. Raajoissa aitiopaineoireyhtymä johtuu lihasaitioiden sisäisen turvotuksen aiheuttamasta paineen noususta, mikä johtaa lihaksen verenkierron heikkenemiseen aiheuttaen kudonvaurioita. (Parviainen 2011: 399–402.)

Kliiniset oireet ovat ensisijainen merkki lihasaitiopaineoireyhtymän kehittymisestä, joista muistuttaa vanha viiden P:n sääntöä: "painfull, pallor, paresthesia, paralysis, pulselessness" eli kipu, ihon kalpeus, tuntopuutokset, halvausoireet ja pulssien palpaatio. (Parviainen 2011: 402.)

Pitkittyessään lihasaitiopaineoireyhtymän voi johtaa rbdomyolyysin kehittymiseen. Rbdomyolyysissä lihassolujen tuhoutuessa verenkiertoon vapautuu kreatiniinikinaasia ja myoglobiinia. Etenkin näistä myoglobiini sakkautuu munuaisissa kreatiniinikinaasia herkemmin tukkien ohuet munuaistiehyet. Tämä estää virtsan suodatuksen munuaisissa aiheuttaen akuutin munuaisten vajaatoiminnan. (Holmström ym. 2015: 619–620.) Rbdomyolyysi voidaan todeta verikokeilla vasta sairaalassa. Sen luotattavimpana mittarina pidetään veren kreatiniinikinaasipitoisuutta, joka kohoaa 2–12 tunnin kuluttua lihasvauriosta ja on korkeimmillaan 24–72 tunnin kuluttua. Se laskee hitaasti 50 % joka 48. tunti. Vaikein ja yleisin rbdomyolyysin aiheuttama komplikaatio on akuutti munuaisten vajaatoiminta, jossa diureesi hiipuu ja virtsa muuttuu tummaksi. (Parviainen 2011: 402–403.)

Sähköisku vaikuttaa monella tavalla verenkiertoelimistöön, etenkin sydämeen. Autonominen hermosto aktivoituu elimistön stressin seurauksena ja adrenaliinin sekä noradrenaliinin määrä veressä lisääntyvät, jolloin verenpaine ja syke kohoavat äkillisesti. (Castrén ym. 2012a: 329.)

Sähköiskut aiheuttavat rytmii- ja johtumishäiriöitä sydämessä. Tyypillisiä EKG-löydöksiä ovat ST-tason nousut ja laskut, T-inversiot, pidentynyt QT-aika tai haarakatkokset. (Holmström ym. 2015: 619.) Vaikka sähkötapaturman yhteydessä EKG:ssa olisi selvät ST-tason nousut ja potilas valittaa rintatuntemuksia, nämä eivät välttämättä ole merkkejä sydäninfarktista tai sydämen hapenpuutteesta. Kipu voi olla lihasperäistäkin. On hyvä muistaa, että sähköisku saa sydämen epikardiumin ja endokardiumin liikkumaan hetkellisesti eriaikaisesti. Tämä näkyy ST-tason nousuina EKG:ssa, joka on hyvä pitää mielessä sähkötapaturmapotilaan EKG:aa tulkittaessa. Vastaava ilmiö on havaittavissa EGG:ssa, joka on otettu heti kardioversion jälkeen. Muutokset häviävät lähitunteina. (Erdur – Uyanik – Özen 2013: 222–224.)

Useimmiten vaarattomia rytmihäiriöitä ovat eteisvärinä tai supraventrikulaarinen takykardia, joissa hemodynamiikka ei välttämättä ole välittömästi uhattuna (Holmström ym. 2015: 619). Toisaalta rytmihäiriöt voivat olla vaikeahoitoisia ja aiheuttaa vakavia peruselintoimintahäiriöitä. On mahdollista, että sähköisku vaurioittaa sydänlihasta niin, että sydämen normaali sähköinen toiminta häiriintyy, mikä laukaisee syketaajuudeltaan nopean rytmihäiriön. Sydänlihaksen kudonvaurion takia sähkövirta ei johdu normaalilla tavalla, vaan kulkee omaa poikkeavaa reittiä. (Akademir – Albayrak – Erbilin – Gunduz – Ozer – Unlu – Uyan 2004: 744–746.)

Sähköisku voi aiheuttaa kohtalokkaita rytmihäiriöitä kuten kammiovärinän tai asystolen. Tilastollisesti sähköiskun aiheuttamat asystolet ovat harvinaisia, mutta mahdollisia. Sydämen rytmin kääntyminen asystoleen vaatii useimmiten voimakkaan sähköiskun. Puhutaan sadoista tai tuhansista volteista. Alkoholin ja huumeiden käytön on todettu heikentävän selviytymisennustetta ja nostavan etenkin asystolen riskiä. (Aitken ym. 2009: 253.)

Voimakas sydänlihakseen kohdistuva sähköisku voi aiheuttaa kudostuhoa sydänlihaksessa, mistä voi kehittyä akuutti sydämen vajaatoiminta, joka voi johtaa keuhkopöhön ja hengitysoireiden kehittymiseen (Castrén ym. 2012a: 329). Sydämen vajaatoiminnassa sydänlihaksen anatominen muoto ja sen osien supistusherkyys muuttuvat, jolloin normaali sydänlihaksen supistuminen häiriintyy, eikä sydän pumpkaa verta normaalilla tehokkuudella. Osa sydänlihaksesta toimii tehokkaammin, osa huonommin. Oikean puolen vajaatoiminta aiheuttaa turvotuksia raajoihin ja vasemman puolen vajaatoiminta keuhkopöhöä. Keuhkopöhdössä keuhkoihin kertyy nestettä, joka johtaa hengenahdistuksen kehittymiseen. (Holmström ym. 2015: 315.)

Hermostossa sähköisku voi aiheuttaa monenlaisia vammoja ja toimintahäiriöitä. Sähköiskun aiheuttamat hermoston vammat ja oireet eivät ole aina yksiselitteisiä. Tavanomaisia lyhytkestoisia ja ohimeneviä oireita ovat päänsärky, sekavuus, väsymys, muistinmenetys ja tajunnantason häiriöt. Pidempikestoisempia ja joskus vaikeahoitaisia oireita ovat aivoturvotuksen aiheuttamat paroksysmaaliset sydänpysähdykset ja hengityskatkokset, aivoverenkiertohäiriöt, kallonsisäiset verenvuodot, myelopatia, autonomisen hermoston toimintahäiriöt ja ääreishermoston vammat. Univaikeuksia sekä valo- ja ääniherkkyttä on tavattu. Pidempiaikaisia tai pysyviä toimintahäiriöitä on havaittu kognitiivisissa toiminnoissa, kuten muistissa, keskittymiskyvyssä ja päättelykyvyssä. Emotionaalisissa toiminnoissa on havaittu masennusta, ärtymystä ja epävakaata mielentilaa. Fyysisessä toimintakyvyssä on havaittu halvausoireita. Osa näistä vammoista ja oireista syntyy primaari- ja osa sekundaarivaurioina, mikä on aina tapauskohtaista. (Engelhardt – Hnylicza – Jakab – Keresztes – Klivényi – Néméth – Táncos – Vécsei – Zádori 2014: 137–144.)

Korva on ihmisen herkin elin, joka voi vaurioitua sähkötapaturmassa. Useimmiten vauriot kohdistuvat tärykalvoon, joka repeää. Esimerkiksi melkein puolella salamaniskun saaneilla potilailla tavataan toisen tai molempien tärykalvojen ruptuura. Tärykalvon

ruptuuran saa aikaan salamaniskun aiheuttama paineaalto tai sähköiskun suoraan tärykalvolle aiheuttama sähköpalovamma. Tärykalvon vammoihin viittaavat kuulon aleneminen, korvien ”soiminen” tai ”kohiseminen”. (Bryan ym. 2010: 50-52.)

Silmät eivät useinkaan vaurioidu sähköiskun seurauksena välittömästi, mutta myöhäisoireita saattaa kehittyä. Silmiin kohdistuneen valokaaren aiheuttama kirkas valo voi sokaista ihmisen hetkeksi ja säteily vahingoittaa silmiä. Valokaaren palaessa ilmaan vapautuu ultraviolettisäteilyä, joka aiheuttaa silmän sidekalvon tulehduksia. (Ensiapu sähkötapaturmissa 2006.)

Sähköiskun yhteydessä voi syntyä myös murtumia tai luustoon kohdistuvia vammoja. Useimmiten luuston vammat ovat sekundaarivammoja, jotka syntyvät esimerkiksi sähköiskusta johtuvan putoamisen, kaatumisen tai sinkoutumisen seurauksena. (Atif ym. 2015: 28.) Luuston vammat syntyvät harvoin suoraan sähkövirran aiheuttamana, mutta tämä on mahdollista. Sähköiskun yhteydessä suorat murtumat syntyvät lihasten kouristelun seurauksena. Murtumat ovat tyypillisesti olkapään luiden alueen murtumia. Lihasten jännittyessä nivelsiteisiin kohdistuu äkkinäisiä jänniteitä. Tämä saattaa irrottaa palan luusta ja saada aikaan pienen murtuman. (Carlos ym. 2010: 1060.e3–1060.e4.)

Salamaniskun aiheuttamat vammat ja elimistön toimintahäiriöt eroavat muutamissa kohdissa muista sähköiskutyypeistä sen suuren sähkövirran voimakkuuden ja energian vuoksi. Salamaniskun tyypillisiä oirelöydöksiä ovat hengityspysähdys, sydänpysähdys, tärykalvon ruptuura, verisuonispasmit. Kuolemaan johtaneissa salamaniskuissa primaari kuolemansyy on useimmiten sydänpysähdys. Toisaalta salamaniskun aiheuttama hengityspysähdys voi johtaa sydänpysähdykseen. Tällöin primaari kuolemansyy on hengityspysähdys. (Harjola ym. 2016: 46–47.) Salamanisku voi aiheuttaa syviä ja vakavia palovammoja sekä salaman lämpöenergia voi sytyttää vaatteita tai ihmisen ympärillä olevia esineitä palamaan. Useimmiten salamaniskukohta on kehon korkein kohta eli pää, jos salama iskee aukealla paikalla seisovaan ihmiseen. Sähkövirta pääsee elimistöön sisään helpoiten kehon aukoista, joita ovat silmät ja korvat. Päähän kohdistuva salamanisku aiheuttaa autonomisen hermoston häiriöitä, kuten pupillien laajentumisen. Korvien vammoja ovat tärykalvon ruptuurat ja silmien jälkikomplikaatioita kaihi. Salamaisku ei aiheuta pitkittynyttä kouristelua tai takertumista, koska altistusaika on äärimmäisen lyhyt ja sähkövirran tyyppi on tasavirta. Ihminen kaatuu maahan tai sinkoutuu. (Holmström 2015: 620.)

6 Sähkötapaturmapotilas ensihoidossa

6.1 Yhteistyötahot ja työturvallisuus

Jokaisella viranomaisille välitetyn hätäilmoituksen taustalla toimii aina hätäkeskus, jonka tehtävänä on ottaa vastaan pelastus-, poliisi-, sosiaali- ja terveystoimien eri alojen hätäilmoituksia ja välittää niitä eteenpäin eri viranomaisille. Kun hätäilmoitus on välitetty jollekin viranomaiselle, vastuu hälytystehtävän hoidosta siirtyy hätäilmoituksen vastaanottavalle viranomaiselle. Tästä hetkestä alkaa hätäkeskuksen ja hälytysilmoituksen vastaanottavien viranomaisten tiivis yhteistyö. Hätäkeskuksen tehtäväksi muuttuu viranomaisten tukeminen olemalla yhteydessä viranomaisten ulkopuolisiin tahoihin, hankkia tarkempia tietoja hätäilmoituksen ilmoittaneelta henkilöltä, lähettää lisäapua hälytystehtävälle sekä seurata hälytystehtävän kulkua. (Castrén ym. 2012a: 25–35.)

Hätäkeskuksella on käytössään hälytysohje, jonka mukaan se tekee riskinarvion ja päättää hälytystehtävän kiireellisyyden sekä sille hälytettävät yksiköt ja muut viranomaiset. Sähkötapaturman tehtäväluokka on koodi 753 (sähköisku). Hälytystehtävän kiireellisyys määritellään joko A, B tai C kiireelliseksi hätäpuhelun aikana saatujen tietojen perusteella. (Aalto – Castrén – Rantala – Sopenan – Westergård 2008: 532.) Sähköiskun aiheuttamaa riskinarviota ja kiireellisyysluokitusta on kuvailtu tarkemmin taulukossa 4.

Taulukko 4. Sähköiskun riskinarvio ja kiireellisyysluokat (mukailtu lähteestä Aalto ym. 2008: 532).

Kiireellisyys	Kriteerit
A	Potilas on tajuton. Potilaalla on näkyviä palovammoja. Sähköiskun aiheuttaja on valokaari tai suurjännite. Potilas on kiinni virtapiirissä. Potilas on pudonnut.
B	Alkutiedot tapahtuneesta ovat puutteelliset. A-kriteerit eivät täyty.
C	A tai B-kriteerit eivät täyty Potilas on riskioireet, mutta on päässyt irti virtapiiristä. Sähköiskun aiheuttaja on pien- tai kotitalousjännite. Yleistila on hyvä.

Ensihoidon tilanteet sähkötapaturmissa ovat monien eri viranomaisten ja ulkopuolisten toimijoiden kuten sähköyhtiöiden yhteisiä pelastusoperaatioita. Pelastuslaitoksen toiminta-alueella voi olla useiden eri sähköyhtiöiden omistuksessa olevia sähköverkkoja ja -laitteistoja. Tämän takia olisi hyvä tietää jo matkalla tapahtumapaikalle, kuka on sähköverkon tai -sähkölaitteiston haltija ja pyytää hänen edustajaansa tulemaan tapaturmapaikalle. (Holmström ym. 2015: 624.)

Pelastusviranomaisille tärkeä tehtävä sähkötapaturmissa on työturvallisuuden varmistaminen tapaturmapaikalla. Sähkötapaturmiin liittyvät pelastustehtävät ovat aina pelastusviranomaisjohtoisia ja tilannetta johtaa päivystävä palomestari. (Holmström ym. 2015: 624.)

Poliisin päätehtävä on onnettomuustutkinta ja selvittää, liittyykö tapahtumiin rikosta tai laiminlyöntiä. Mikäli kyseessä on monipotilastilanne, jossa pelastus- ja ensihoitohenkilöstön resurssit eivät riitä, poliisin tehtävänä on avustaa ensihoito- ja pelastushenkilöstöä potilaiden pelastusoperaatioissa ja hoidossa kykyjensä mukaan ja vasta tämän jälkeen aloittaa onnettomuustutkinta. (Castrén ym. 2012a: 333.)

Hälytystehtävällä, jossa tiedetään tai on syytä epäillä tapaturman aiheuttajaksi sähkövirtaa, tulee oma työturvallisuus asettaa aina etusijalle. Ilmajohtoihin liittyvissä tapaturmissa koko pelastushenkilöstön ja sivullisten tulee noudattaa varoetäisyyttä ilmajohtoon. Noudattamalla varoetäisyyksiä (ks. taulukko 5) vältetään valkokaaren aiheuttamat pelastushenkilöstöön kohdistuvat turhat sähkötapaturmat. Varoetäisyyttä laskettaessa tulee huomioida käden tai liikuteltavien esineiden ulottuvuus. Ensihoidossa varoetäisyydet tulee erityisesti huomioida metallisia paareja tai kauhapaareja käsiteltäessä. Paarit saatetaan viedä liian lähelle sähkölaitteistoa tai kauhapaareja kääntää tai kantaa niin, että ne ovat alle varoetäisyyden päässä sähkölaitteistosta. (Holmström ym. 2015: 622–623.) Ensihoitoyksikkö tulee sijoittaa turvalliseen paikkaan varoetäisyyksien ulkopuolelle tapaturmapaikalla. Etäisyys tulee kuitenkin olla riittävän lyhyt, jotta potilaat pystytään hoitamaan ja siirtämään ensihoitoyksikköön. Potilaat hoidetaan aina varoetäisyyden ulkopuolella. (Castrén – Ekman – Martikainen – Sahi – Söder 2007: 51.)

Taulukko 5. Ilmajohdojen varoetäisyydet (Tukes).

Johdon jännite	Varoetäisyys metreinä		
	avojohto		riippujohto
	alla	sivulla	
0,4 kV	2	2	0,5
20 kV	2	3	1,5
110 kV	3	5	-
220 kV	4	5	-
400 kV	5	5	-

Ensihoitaja ei koskaan saa mennä sähkötiloihin tai sisätiloihin, jossa on tapahtunut tai on käynnissä valokaaren aiheuttama sähköpalo. Sisätiloissa voi olla myrkyllisiä palokaasuja ja höyrystyneitä metalleja sekä muoveja. Sähkötiloissa on lisäksi automaattisia sammutuslaitteita, jotka käyttävät sammutusaineena hiilidioksidia. Hiilidioksidi on hajuton, väritön ja mauton kaasu, joka syrjäyttää ilmasta hapen. Se hillitsee valokaaren aiheuttamaa paloa, mutta ei välttämättä sammuta sitä. Palo sammuu vasta, kun sähkövirta on katkennut. Kun sammutusjärjestelmä toimii oikein, se suihkuttaa hiilidioksidia sisätilaan, jolloin ilman happipitoisuus laskee noin 12:sta prosenttiin. Tästä syystä savusukellusvarustein varustautuneet pelastajat evakuoivat aina potilaat sähkötiloista ulos, jonka jälkeen tutkimukset ja hoidot aloitetaan, koska hengitettävä ilma sisätiloissa ei ole hengityskelpoista sen alhaisen happi- ja korkean hiilidioksidipitoisuuden takia. (Holmström ym. 2015: 623.)

Maahan pudonnut ilmajohdin aiheuttaa puolestaan ympärilleen vaarallisen jännitekentän. Jännitekentässä kävelevän ihmisen jalkojen väliin muodostuu jännite-ero, joka voi olla tuhansia voltteja ja hengenvaarallinen. Tätä ilmiötä kutsutaan askeljännitteeksi. Varoetäisyys kuivassa maassa olevaan suurjännitejohtimeen on 20 metriä. Kosteassa maassa varoetäisyyden tulee olla pidempi. Tarkkaa etäisyyttä on kuitenkin hankala määrittellä. Riittävään varoetäisyyteen vaikuttavat maaston laatu ja sen pinnalla olevan veden määrä. (Holmström ym. 2015: 623–624.) Jännitekentästä poistutaan tasajalkaa tai yhdellä jalalla hyppien. Tämä minimoi jalkojen välisen etäisyyden, jolloin jalkojen välinen jännite-ero katoaa eikä ihminen saa sähköiskua. Ajoneuvossa on turvallista olla niin kauan, kun renkaissa on ilmaa. Kun renkaiden kumit sulavat sähkövirran kuumuudesta, koskettavat metalliset vanteet maaperää, jolloin sähkövirta kulkee ajoneuvon läpi. Viimeistään renkaiden alkaessa savuta pitää ajoneuvo siirtää kauemmaksi tai poistua siitä. (Ensiapu sähkötapaturmissa 2006.)

Aina sähköverkkoon liittyvissä sähkötapaturmissa tulee olla yhteydessä sähköverkon valvomoon, jolla on mahdollisuus katkaista virta sähköverkosta. Ilmajohdon osuessa johonkin tai jonkin osuessa ilmajohtoon sähkövirta kytkeytyy useasti automaattisesti pois päältä. Sähköverkon valvomossa vikaa yritetään monesti paikallistaa yrittämällä kytkeä sähkövirta valvomosta automaattisesti tai käsin uudestaan päälle. Tämä saattaa aiheuttaa vaaratilanteita pelastushenkilöstölle, jos sähkövirta yhtäkkiä kytkeytyykin päälle. Ilmoitus valvomoon on tärkeää ja tulee tehdä aina välittömästi. (Holmström ym. 2015: 623–624.)

Latausjännitteellä varautuneeseen sähkölaitteistoon varoetäisyyden tulee olla viisi metriä. Latausjännite puretaan aina maadoitusvälineillä, joita on sähköalan ammattilaisilla. Pelastusyksiköissä on välineistöä (maadoitusköysiä ja eristettyjä sauvoja) hätämaadoituksen tekemiseen, mikäli sähköalan ammattilaista ei ehditä odottamaan. (Holmström ym. 2015: 624.)

Sähkötapaturmissa kommunikointi yhteistyötahojen kanssa on erittäin tärkeää, jotta turhilta loukkaantumisilta vältyttäisiin. Ensihoitoyksiköt tekevät tiiviisti yhteistyötä pelastusyksiköiden ja päivystävän palomestarin kanssa, joka johtaa pelastustöitä. Ensihoitohenkilöstön tulee noudattaa päivystävän palomestarin antamia ohjeita ja odottaa lupaa mennä tapaturmapaikalle tai potilaan luokse, kun tämä on turvallista. Jos potilaan luokse ei ole turvallista mennä, pelastushenkilöstö tuo potilaan ensihoitohenkilöstön luokse turvalliseen paikkaan. (Holmström ym. 2015: 624–625.)

Päivystävä palomestari tekee tiivistä yhteistyötä sähköyhtiöiden kanssa. Hälytystehtävällä päivystävän palomestarin velvollisuus on ilmoittaa onnettomuudesta välittömästi sähköyhtiölle. Tarvittaessa hän voi määrätä sähkövirran katkaistavaksi tapaturmapaikalta tai pyytää sähköalan ammattilaisen paikalle avustamaan sähkölaitteiston vaarattomaksi tekemisessä ja opastamaan pelastushenkilöstöä kyseisen sähkölaitteiston vaaroista ja täten avustaa pelastustoimissa. (Holmström ym. 2015: 624–625.)

Kaikista sähkötapaturmista tulee ilmoittaa Tukesiin. Se tutkii kaikki kuolemaan ja vakaviin vammoihin johtaneet sähkötapaturmat Suomessa. Tutkinnalla pyritään selvittämään tapahtumien kulkua ja sähkötapaturmaan vaikuttaneita tekijöitä. Tutkinnalla halutaan estää vastaavat sähkötapaturmat jatkossa ja kehittää sähköturvallisuutta.

Ilmoitusvelvollisuus on määrätty sähköturvallisuuslaissa, ja se koskee kaikkia pelastusviranomaisia, poliisia, työsuojeluviranomaisia ja sähköverkon haltijaa. Mikäli pelastushenkilöstöä ei ole ollut tapaturmapaikalla, on ensihoitohenkilöstön ilmoitettava asiasta poliisille, joka käynnistää tarvittaessa omat tutkimukset ja ilmoittaa asiasta Tukesiin. Tarvittaessa poliisi on yhteydessä työsuojeluviranomaisiin ja sähköyhtiöön. (Holmström ym. 2015: 625–627.)

Useimmiten työturvallisuus liitetään hälytystehtävään, jolla hoidetaan sähköiskun saanutta potilasta. Sähköiskun vaara liittyy kuitenkin jokaiseen hälytystehtävään, jolla käytetään sähkö- tai akkukäyttöisiä tutkimus- tai hoitolaitteita. Ensihoidossa tunnetuin sähköiskun vaaran aiheuttava hoitolaite on elvytystilanteissa, kardioversiossa tai ulkoisessa tahdistuksessa käytettävä defibrillaattori. Potilaan ollessa kostealla tai märällä alustalla sähkövirta saattaa ohjautua potilaasta veteen ja aiheuttaa sähkökentän. Defibrilloitaessa tulee huomioida, että potilaassa kiinni olevat laitteet on suojattu kestävästi defibrillaation aiheuttamaa sähköiskua, jotta ne eivät aiheuttaisi sähköiskun vaaraa rikkoutuessaan liian suuresta defibrilloinnissa käytetystä sähköiskusta. (Holmström ym. 2015: 626.)

Happipulloja ei saa missään tilanteessa viedä tai käyttää paikassa, jossa on sähköiskun vaara. Happi on herkästi syttyvä kaasu, joka palaa nopeasti ja kuumalla liekillä sekä voi aiheuttaa räjähdysten. Happipullon sisällön kuumentuessa liikaa tai syttyessä sähkökipinästä saattaa tapahtua ns. höyryräjähdys. Kaasupullon sisältö kuumenee ja sen sisäinen paine kasvaa nopeasti, jolloin kaasupullo repeää aiheuttaen kaasun äkillisen höyrystymisen, mikä syttyessään aiheuttaa tulipallon. Kaasupullon räjähdyksessä kaasupullosta voi räjähdysten voimasta singotta ilmaan teräviä metallin palasia, jotka voivat aiheuttaa vammoja sen ympärillä oleville. (Hyttinen 2000: 20.)

6.2 Kohteeseen meneminen

Sähköiskuhälytystehtävällä on tärkeää ottaa huomioon oma työturvallisuus kohteeseen mentäessä. Useinkaan sähkötapaturmissa ei ole tarkkaa tietoa potilaan saaman sähköiskun suuruudesta tai todellisesta altistumisajasta sähkövirralle. Tämän takia potilaan selviytymisen ennustaminen ja vammojen arviointi ovat haasteellista. Kaikki vammat tai oireet eivät ole näkyviä, eikä niitä pystytä toteamaan ensihoidon keinoin. (Holmström ym. 2015: 620.) Kaikilla hälytystehtävillä, joilla esitietojen perusteella voisi

olla kyse sähkötapaturmasta, tulee ensihoitajan arvioida jo matkalla kohteeseen, onko kohteeseen turvallista mennä ja mitä vaaroja siellä mahdollisesti on vastassa. Kohteen turvallisuudesta vastaa aina päivystävä palomestari, joten epäselvissä tilanteissa tulee varmistaa häneltä kohteen turvallisuus. (Holmström ym. 2015: 624-626.)

Kaikissa sähkötapaturmissa ensihoitajan tulee saada varmistus päivystävältä palomestarilta tai muulla tavalla ennen kohteeseen menoa, että sähkövirta on katkaistu kokonaan sähköyhtiön, huoltoyhtiön, pelastustoimen, ensihoitajan tai rautatieonnettomuuksissa rautatieverkkoa hallinnoivan valvomon toimesta. Kohteeseen mentäessä tulee ottaa huomioon varoetäisyydet sähkölaitteistoon. (Castrén ym. 2007: 283.)

Ennen potilaan kohtaamista ensihoitajan tulee saada varmuus, onko sähkövirta katkaistu tai katkennut sähkölaitteistosta sekä onko mahdollista maadoitusta olemassa vai ollaanko sitä tekemässä. Jos sähkövirran katkaisu on turvallista tehdä, voi virran katkaista pääkytkimestä ensihoitajakin tietyissä tilanteissa. Tämän jälkeen tulee selvittää, onko sähkövirran tyyppi pien- vai suurjännite. (Oksanen ym. 2010: 122.) Pienjännitetapaturmissa riittävä toimenpide on sähkövirran katkaisu pääkytkimestä, mutta sähkölaitteistoon tai sen läheisyydessä oleviin metallisiin esineisiin koskettelua tulee silti välttää sähköiskun vaaran vuoksi (Castrén ym. 2012a: 330). Koskettelua sähkölaitteistoihin kannattaa välttää, koska joillakin elektroniikassa käytettyjen sähkölaitteistojen komponenteilla on kyky ja tarkoitus varastoida sähkövirtaa jopa useiksi minuuteiksi virran katkaisun jälkeen, vaikka ne eivät ole kytkettyinä sähköverkkoon. Sähkövaraus voi purkautua yllättäen ja aiheuttaa sähköiskun. (Alexander – Sadiku 2005: 206.)

Useissa sähkötapaturmissa, ja aina suurjännitetapaturmissa hälytystehtävälle, tulee hätäkeskuksen hälytysilmoitusta tehdessä liittää aina mukaan pelastustoimen yksiköitä, päivystävä palomestari sekä ensihoidon yksiköitä ja tarvittaessa ensihoidon kenttäjohto- tai lääkäriyksikkö. Suurjännitettä käyttävän sähkölaitteiston omistajan edustaja pyritään saamaan paikan päälle mahdollisimman pian. Useimmiten kyseessä on energia- tai rautatieyhtiön sähköasentaja, jolla on paras tietämys ja koulutus kyseisestä sähkölaitteistosta sekä mahdollisuus kytkeä sähkövirta pois päältä. (Holmström ym. 2015: 624–625.)

Kohteeseen mentäessä kannattaa miettiä, onko kyse vaihto- vai tasavirtaa käyttävästä sähkölaitteistosta. Vaihtovirta saa ihmisen takertumaan kiinni sähkölaitteistoon, kun taas tasavirta saa ihmisen sinkoutumaan pois siitä. On tärkeää tietää, onko potilas vielä kiinni sähkölaitteistossa vai ei. Potilaan ollessa kiinni sähkölaitteistossa ja saadessa sähköiskuja potilaaseen ei voi koskea ennen kuin sähkövirta on katkaistu tai potilas irronnut sähkölaitteistosta ja evakuoitu tai hakeutunut itse kauemmaksi. (Castrén ym. 2013: 252–253.)

Sisätiloissa tapahtuneen sähkövirran aiheuttaman tulipalon tai valokaaren purkauksen jälkeen ensihoitaja ei saa mennä sisätiloihin, vaan potilaan evakuoinnin hoitavat aina pelastustoimen savusukeltajat. Potilas tutkitaan ja hoidetaan ulkotiloissa tai ambulanssissa. Elottomana löydetylle potilaalle tehdään hätäsiirto savusukeltajien toimesta ulkotiloihin ja elvytys aloitetaan vasta ulkona. (Castrén ym. 2012a: 330.)

Sähköpaloissa turvallisuutta vaarantavia tekijöitä ovat savun heikentämä näkyvyys, lämpötilan nousu, tilan happipitoisuuden lasku, hiilidioksidipitoisuuden nousu ja muut vaaralliset palokaasut. Nämä kaikki edellä mainitut tekijät heikentävät uhrin ja auttajan toimintakykyä selviytyä pois sisätiloista, jolloin kuoleman riski kasvaa. Tutkimusten mukaan tyypillisin kuolemaan johtanut syy on palokaasujen hengittäminen ei itse sähköisku. Sisätilasta ei ole tajuttu poistua ajoissa, vaikka poistumistie olisi ollut esteetön ja helposti käytettävissä, ennen tulipalon ja savun muodostuksen kehittymistä. (Hatakka – Huuriainen 2016: 26–27 ja 31.)

Salamaniskun aiheuttamissa sähkötapaturmissa tulee ottaa huomioon salamaniskun uudelleen iskeytymisen mahdollisuus. Tämän takia kannattaa yksikön sijoittamista ja paikkaa, jossa potilasta hoidetaan. Aukealle paikalle ei kannata jäädä hoitamaan potilasta, vaan siirtää hänet autoon ja ajaa pois aukealta paikalta, mikäli se on mahdollista. (Castrén ym. 2013: 252). Salamaniskulle alttiita ovat erityisesti aukealla paikalla pitkään oleilevat urheilua harrastavat ihmiset, kuten vuorikiipeilijät, golfaajat ja merellä uimarit, purjehtijat tai lautailijat (Bryan ym. 2010: 46).

6.3 Potilaan kohtaaminen

Tapaturmapaikalle saavuttaessa ja potilaan löydyttyä tai paikannuttua tulee tehdä nopea tilannearvio ympäristön turvallisuudesta ja vaaroista sekä karkea käsitys tapahtuneesta.

Oman työturvallisuuden varmistuttua tulee pyrkiä pääsemään potilaan luokse mahdollisimman pian tekemään välitön ensiarvio potilaan tilasta. Mikäli potilaan tavoittaminen ei ole heti mahdollista sähköiskun vaaran takia ja potilas on tajuissaan, voidaan potilaan kanssa keskustella puhelimitse. Jos potilas pystyy keskustelemaan puhelimesta rauhallisesti, eikä tuo ilmi mitään oiretta, ei akuuttia hätää tällöin todennäköisesti ole ja voidaan keskittyä turvalliseen pääsemiseen potilaan luokse. Kun potilas on kohdattu, aloitetaan tapahtumatietojen tarkempi selvittely. (Castrén ym. 2012a: 146.) Tarkennettua tietoa tapahtumien kulusta saadaan päättelemällä, potilasta tai sivullisia haastatteleamalla ja ympäristöä tarkkailemalla (Castrén ym. 2013: 146).

Kun potilas on kohdattu, tehdään välitön ensiarvio potilaan tilasta. Se tehdään potilasta katsellen, kuunnellen ja palpoiden. (Aalto ym. 2009: 83.) Siinä ei käytetä mittausvälineitä ja tehdään ABCDE-protokollan (kuva 3) mukaisesti ABC-menetelmää käyttäen. (Holmström ym. 2015: 120–121.) ABC-menetelmässä keskitytään potilaan hengityksen ja verenkierron arvioimiseen ja turvaamiseen, koska ne ovat elossa pysymisen edellytys ja myös todennäköisimmät ongelma-alueet sähkötapaturmapotilaalla (Bryan ym. 2010: 52). Hengityksen ja verenkierron lisäksi tulee arvioida tajunnantaso jokaisen sähkötapaturmapotilaan kohdalla sanallisesti ja GCS-asteikkoa (kuva 4) käyttäen (Oksanen ym. 2010: 84). Ensihoitajan tulee välitöntä ensiarviota tehdessä kiinnittää huomiota potilaan käyttäytymiseen ja olemukseen, koska ne kertovat paljon enemmän potilaan senhetkisestä tilasta kuin monitorin lukemat. Hereillä olevalla ja kysymyksiin vastailevalla potilaalla ei todennäköisesti ole sillä hetkellä hätää, kun taas kipuun reagoimaton, tajuton ja pinnallisesti hengittävä potilas tarvitsee välitöntä hoitoa. (Holmström ym. 2015: 120–121.)

A = Airway. Hengitysteiden avaaminen ja hallinta.

B = Breathing. Hengityksen riittävyyden arviointi ja tukeminen.

C = Circulation. Verenkierron riittävyyden arviointi ja verenvuotojen tyrehdyttäminen.

D = Disability. Tajunnantason arvioiminen.

E = Exposure. Vammojen paljastaminen.

Kuva 3. Peruselintoimintojen arvioiminen (Holmström ym. 2015: 520).



Kuva 4. Tajunnantason arviointi. Glasgow Coma Scale. (Oksanen ym. 2010: 84).

Verenkierto- ja hengityselimistön häiriöissä sekä tajunnantason alentuessa sähkötapaturmapotilaalla on aina henkeä uhkaava vaara ja tarvitsee välitöntä hoitoa. Välittömän ensiarvion tekeminen aloitetaan tajunnantason arvioimisesta. Selvitetään, onko hän tajuissaan vai tajuton. Vastaaiko hän kysymyksiin vai ei? Jos hän ei reagoi puhutteluun, yritetään hänet saada hereille hartioista ravistelemalla. Jos tälle ei tule toivottua vastetta tai vaste on heikko, siirrytään hengitystien ja hengityksen arviointiin. (Holmström ym. 2015: 120.) Tajuissaan olevan sähkötapaturmapotilaan kohdalla riittää, että GCS-pisteet ovat yli 13. Hän vastaa jotakin kysymyksiin, paikallistaa kivun ja avaa silmiä pyydettyä. Jos nämä täyttyvät, ei hänellä ole kriittisiä tajunnantason liittyviä häiriöitä. Siirrytään suoraan hengitystien ja hengityksen arviointiin. (Harjola ym. 2016: 9.)

Välittömän ensiarvion tekemistä jatketaan hengitystien (A = Airway) ja hengittämisen (B = Breathing) arvioimisesta. Sähkötapaturmapotilaan hengitystä tutkittaessa ei kannata luottaa rintakehän liikkeisiin. Rintakehä voi näyttää liikkuvan koko kehon liikkeessä esimerkiksi sähköverkkoon takertumisen aiheuttaman kouristelun takia. Ulkoa tavatut sähkötapaturmapotilaat voivat olla hypotermisiä, mikä aiheuttaa lihasvärinää, mutta potilas ei hengitä. Paras tapa varmistaa hengittäminen on kokeilla paljaalla kämmenselällä, tuntuuko ilmavirta suun tai sierainten edessä. (Holmström ym. 2015: 120–121.) Hengitystien auki pysyminen on uhattuna, jos potilas on tajuton eikä torju

kipua, GCS-pisteet ovat alle 9, nielussa on eritteitä, oksennusta tai sähköiskun aiheuttamia vammoja. Hengitys on taas uhattuna, jos potilas ei pysty tuottamaan kokonaisia lauseita, vaan yksittäisiä sanoja, sisäänhengitys on vinkuvaa, hengitystaajuus on karkeasti arvioituna yli 30 tai alle 8 sekä hengittäminen on pinnallista. (Castrén ym. 2012a: 151.)

Jos ilmavirtaa ei tunnu, aloitetaan henkeä pelastavat toimenpiteet avaamalla hengitystiet nostamalla leukaa ylöspäin ja päätä taaksepäin taivuttamalla (Holmström ym. 2015: 120–121). Sähkötapaturmapotilas voi olla sinkoutunut sähköiskun voimasta ja valittaa niskakipua, jolloin pää tulee tukea esimerkiksi kaulurilla ja pitää samassa asennossa, jossa potilas on löydetty. Päätä ei saisi liikuttaa yhtään enempää kuin on tarvetta lisävammojen estämiseksi. Tämä tuo aina lisää haastetta hengitysteiden turvaamisessa. Lisäksi tulee varmistaa, että suu on tyhjä eritteistä, jotka voivat aiheuttaa hengitystieesteen. Jos potilas ei näistä toimenpiteistä huolimatta hengitä kunnolla, asetetaan nielutuubi, jonka asettaminen kertoo paljon tajunnantasosta. Jos potilas ei siedä nielutuubia ja alkaa kakoa tai oksentaa, tämä on hyvä merkki tajunnantasosta. Jos potilas sietää nielutuubia, nielun suojarahkeet eivät toimi. Tämä on taas huono merkki tajunnantasosta. (Holmström ym. 2015: 120–121.) Sähköpaloissa kuumia palokaasuja hengittäneillä potilailla hengitysteiden umpeen turpoamisen vaara on suuri. Äänen käheys, limakalvoturvotukset ja nokiset yskökset ovat merkki hengitysteiden palovammoista. (Holmström ym. 2015: 554.) Tällöin hengitysteiden avoimuus tulee varmistaa intuboimalla tai vaihtoehtoista hengitystietä käyttäen (Castrén ym. 2012a: 151). Jos hengitys ei hengitysteiden avaamisesta huolimatta käynnisty spontaanisti, on hengitystä tuettava mekaanisesti ventiloimalla palkeella ja lisähappea antamalla (Holmström ym. 2015: 121), koska hapenpuute voi johtaa sekundaariseen sydänpysähdykseen (Bryan ym. 2010: 52).

Tajuissaan olevalle sähkötapaturmapotilaalle riittää, että hän vastaa kysymyksiin lyhyillä lauseilla. Hengitystaajuus on karkeasti yli 8 tai alle 25. Apulihakset saattavat olla lievästi käytössä. Hengitys on vapaata, eikä rohise tai kuulosta kuorsaavalta. Mikäli edellä mainitut kohdat täyttyvät, ei potilaalla ole kriittisiä hengitystiehen ja hengittämiseen liittyviä tutkimuslöydöksiä ja voidaan siirtyä verenkierron arviointiin. (Harjola ym. 2016: 9–11.)

Kun hengitysteiden avoimuus (A = Airway) ja hengitys (Breathing) on varmistettu, siirrytään verenkierron (C = Circulation) arviointiin ja turvaamiseen. Välittömässä

ensiarviossa riittää valtimopulssien palpoituminen. Tajuttomalta sähkötapaturmapotilaalta palpoidaan kaulavaltimon pulssia. Jos kaulavaltimopulssia ei tunnu, systolinen verenpaine on karkeasti alle 50 mmHg. Aloitetaan elvytys, jos potilas ei myöskään hengitä eikä sekundaarisia kuolemanmerkkejä ole havaittavissa. Tajuissaan olevalta sähkötapaturmapotilaalta riittää rannepulssien palpoituminen. (Holmström ym. 2015: 121.) Rannepulssien tuntuessa systolinen verenpaine on karkeasti yli 70 mmHg (Holmström ym. 2015: 131). Verenkiertoa voidaan parantaa nopeasti nostamalla jalat ylös tai tyrehdyttämällä ulkoiset sekundaaristen vammojen aiheuttamat verenvuodot kiristysiteellä ja nostamalla vuotava raaja kohoasentoon (Holmström ym. 2015: 121) tai painamalla suoraan vuotokohtaa (Castrén ym. 2012a: 151). Sokkisella sähkötapaturmapotilaalla aloitetaan nestehoito suuren laskimokanyylin kautta suureen laskimosuoneen (Holmström ym. 2015: 121). Sisäiset verenvuodot vaativat kuitenkin nopeita kirurgisia toimenpiteitä, eikä niitä voida tyrehdyttää ensihoidossa. Tärkeintä on mahdollisimman nopea kuljetus sairaalaan sisäistä verenvuotoa epäiltäessä. (Castrén ym. 2012a: 151.)

Kun verenkierron arviointi ja välttämättömät verenkiertoa pelastavat hoitotoimenpiteet on tehty, palataan tajunnantason (D = Disability) arvioon. Tajunnantaso arvioidaan GCS-asteikkoa käyttäen. Pääasiassa tajunnantason alentumisen oirelöydökset voidaan todeta, mutta syytä tajuttomuuteen ei välttämättä saada ensihoidon tutkimuksin selville. Kaikkia tajunnantason alentumisen syitä ei voida varmistaa tai hoitaa kentällä, joten paras ratkaisu on ripeä kuljetus sairaalaan turvaten hengitys ja verenkierto. Mikäli sähkötapaturmapotilas on syvästi tajuton eikä reagoi kivulle ja hengitystie on uhattuna, tulisi potilas intuboida tai välittömästi, kun GCS-pisteet ovat alle 8. (Harjola ym. 2016: 24–25.) Syvää tajuttomuutta aiheuttavat päähän kohdistuneet voimakkaat sähköiskut (Bryan ym. 2010: 47).

Tajunnantason arvioimisen jälkeen tulisi käydä vielä läpi pikaisesti (E = Exposure) eli potilaan paljastaminen sekundaaristen vammalöydösten varmistamiseksi. Esimerkiksi veriset vaatteet ovat varma merkki jonkinasteisesta sekundaarisen vamman aiheuttamasta verenvuodosta. (Castrén ym. 2012a: 153.) Sähkötapaturmapotilaalla ensihoidossa ollaan myös kiinnostuneita palovammojen laajuudesta ja sijainnista. Samalla etistään mahdollisia sähkövirran sisäänmeno- ja ulostulokohtia. (Holmström ym. 2015: 620–621.) Sähkötapaturmapotilaan hätätilalöydöksiä on koottu taulukkoon 6.

Taulukko 6. Sähkötaturmapotilaan hätätilälöydöksiä ensihoidossa (mukailtu lähteistä Harjola ym. 2016: 9 ja Oksanen ym. 2010: 108, 112, 117,121).

ABCD-menetelmä	Löydös
A +B	Hengitystaajuus >25/min tai <8/min. Kuorsaava, rohiseva hengitys tai ilmavirta ei tunnu.
C	Systolinen verenpaine < 90mmHg. Pulssi >110/min tai <40–50/min. Viileät raajat ja kylmänhikisyys.
D	Tajunnantason heikkeneminen ja sekavuus, GCS <12. Pitkittynyt kouristelu >5 min tai useita peräkkäisiä, joiden välillä tajunta ei palaa.
E	Laajat palovammat, runsas verenvuoto.

Sähkötaturman aiheuttamat monipotilastilanteet ja suuronnettomuudet ovat Suomessa harvinaisia. Niitä ei ole nostettu esille kirjallisissa teoksissa tai löydy mainintaa tilastoista tai raporteista. Täytyy kuitenkin muistaa, että Suomessa on paljon energia- ja sähkövoimaloita ja suurjännitettä käyttäviä julkisen liikenteen kuluvälineitä sekä rakennus- ja teollisuustuotantoa, jotka nostavat suurjännitteisten sähkötaturmien riskiä. Monipotilastilanteisiin on kuitenkin laadittu toimintaohjeita. Monipotilastilanteissa tärkeää on löytää eniten apua tarvitsevat potilaat, joilla on edellytykset selviytyä saamistaan vammoista ja oireista. Potilaita hoidetaan käytettävissä olevien resurssien mukaisesti. Varsinaista yhteistä toimintakaaviota ei ole, mutta työnjako, johtaminen ja tiedottaminen koristuvat monipotilastilanteissa. (Castrén ym. 2012a: 336–337.)

Lyhytkestoisien suurjännitesähköiskun tai salaman iskun aiheuttamassa monipotilastilanteessa parhaat selviytymismahdollisuudet ovat niillä sähköiskulle altistuneilla, jotka hengittävät itse ja pystyvät puhumaan. Sähköiskun seurauksena elottomaksi menneillä potilailla on hyvät selviytymismahdollisuudet muihin sydänpysähdyspotilaisiin verrattuna. Tämän takia hoitoresurssit kannattaa keskittää elottomalta näyttäviin potilaisiin, toisin kuin tavallisesti monipotilastilanteissa. (Castrén ym. 2012a: 331.)

6.4 Potilaan tutkiminen ja haastattelu

Kun välitön ensiarvio on valmis ja välttämättömät hoitoimenpiteet on suoritettu, voidaan siirtyä tarkempaan tilanearvioon ja yleistutkimukseen. Siinä tarkkaillaan sähkötapaturmapotilaan antamaa yleisvaikutelmaa itsestään ja haastatellaan häntä tarkemmin. Yleisvaikutelman arvioinnissa kiinnitetään huomioita liikkumiseen: makaako hän maassa, istuuko, nojaako johonkin, seisooko vai käveleekö vastaan sekä siihen, liikkuuko hän vai onko hän paikallaan. Onko liikkumien ontuvaa, vaivalloista vai onko hän luonnollisessa tai epänormaalissa asennossa? Tarkkaillaan käyttäytymistä, onko hän pelokas, hätäntynyt, kiihtynyt, hakeeko katsekontaktia, vältteleekö sitä vai harhaileeko katse ympäristössä? Sähkötapaturmapotilaan yleistutkimuksessa kiinnitetään myös huomiota ruumiinrakenteeseen, vartalon osien symmetrisyyteen ja epäsuhtaan, ihon väriin ja lämpöön sekä kosteuteen, hengitykseen, ihon muutoksiin ja näkyviin vammoihin sekä virheasentoihin, joita käsitellään tarkemmin tulevissa kappaleissa. (Holmström ym. 2015: 121.)

Haastattelu ensihoidon akuuttitilanteissa on useimmiten haasteellista tai sitä ei saada tehtyä ollenkaan. Aikaa on käytettävissä tällöin vähän, taustatietoja sähkötapaturmapotilaasta ei välttämättä ole, jos tapaturma on sattunut julkisella paikalla ja potilas on tajuton. Muut paikallaolijat tai potilas voivat olla tilanteesta järkyttyneitä sekä hätäntyneitä tai häiritä ensihoitajien työtä, ensihoitajan esittämiin kysymyksiin vastataan väärin tai vastausta muutetaan myöhemmin uudestaan asiaa kysyttäessä tai potilas ei pysty keskittymään ensihoitotilanteeseen. Tätä edesauttaa se, että sähkö on elementti, jota ei pystytä havaitsemaan ja konkreettisesti näyttämään vamman tai oireiden aiheuttajaa. Sähkötapaturman uhriksi joutunut potilas tai muut paikallaolijat eivät välttämättä ymmärrä, mitä on tapahtunut. Potilaan ollessa tajuton haastattelua ei pystytä luonnollisesti tekemään, tai potilaan ollessa sekava ei luotettavaa tietoa saada, jolloin ensihoitajan pitää luottaa omiin arvioihin ja tutkimuksiin sekä silminnäkijöiden kertomaan. (Holmström ym. 2015: 122–123.) Potilas tai muut paikallaolijat voivat olla päihteiden, huumausaineiden tai lääkkeiden vaikutuksen alaisena, mitkä voivat korostaa tunnetiloja ja vaikeuttaa kommunikointia tai peittää oireita. (Castrén ym. 2012a: 149.)

Sähkötapaturmapotilasta haastatellessa oleellisinta olisi saada selville tietoa sen hetkisestä oireesta tai vammasta, jonka takia ensihoito on hälytetty paikalle. Jos selkeää oiretta tai vammaa ei ole tai niitä on useampia, keskitytään eniten vaivaavaan oireeseen, vammaan tai akuuteimpaan tutkimuslöydökseen. Jokaiselta sähkötapaturmapotilaalta

tulisi saada selville vähintään oireen tai vamman sijainti ja laatu sekä onko niitä yhdessä vai useammassa paikassa. (Holmström ym. 2015: 122–124.) Tärkeää on saada selville, milloin sähköisku on saatu tai sen aiheuttama vamma on syntynyt sekä kuinka kauan oireiden alusta tai vammautumisesta apua on päätetty soittaa. Jos sähköisku on saatu useita päiviä sitten, ei seurannallekaan ole enää tarvetta. (Castrén ym. 2012a: 149.) Haastattelulla tulisi selvittää, miten sähköiskun aiheuttama oire ilmenee tai vamma on syntynyt, mikä on vammamekanismi ja kuinka vaikeita, vaivaavia tai lamauttavia sen aiheuttamat oireet ovat. Onko oire tai vamma syntynyt äkillisesti sähköiskun seurauksena vai pikkuhiljaa sen jälkeen kehittyen? Miten nopeasti se on pahentunut tai edennyt ja onko sitä tutkittu tai hoidettu jo aikaisemmin? Esiintyykö vai muuttuuko oire jossakin tietystä asennossa tai tilanteessa? Mitä muita oireita tai vammoja siihen liittyy? (Holmström ym. 2015: 122–124.) Etenkin akuutissa sähköiskun aiheuttamassa oireilussa tai vammassa on tärkeää huomioida oireiden kehitysmuunta, paheneeko vai helpottaako oireet ensihoidon toimenpiteillä (Castrén ym. 2012a: 149).

Tapahtumatietojen ja sen hetkisen tilan lisäksi tulisi saada selville sähkötapaturmapotilaan perustietoja ja sairaushistoriaa, koska niillä voi olla merkitystä sähkötapaturman yhteydessä. Osa niistä vaikuttaa suoraan kuljetuspäätökseen. Potilaalta pitäisi lisäksi saada selville perussairaudet, lääkitys, aikaisemmin tehdyt toimenpiteet erityisesti sydämen toimenpiteet ja lääkeaineallergiat. Mahdollisesti käytössä olevat sairauskertomukset, sydänfilmit ja lääkelistat ovat hyvä tuki tutkimuksia ja haastattelua tehdessä. (Castrén ym. 2012a: 194.)

Sähkötapaturmapotilasta tutkittaessa ja haastatellessa noudatetaan pitkälti edellä läpi käytyä protokollaa eli ABCDE-menetelmää, mutta joitakin tarkentavia tutkimuksia ja selvittelyjä on syytä tehdä. Tarkennettua tilannearviota ja tutkimuksia sekä haastattelua tehdään, kun henkeä uhkaavaa tilaa ei ole. Tarkennetussa tilannearviossa käytetään tutkimuslaitteita ja -välineitä. (Castrén ym. 2012a: 153–158.)

Tarkennetussa tilannearviossa hengitysteiden avoimuuden (**A = Airway**) ja hengityksen (**B = Breathing**) arvioiminen liitetään usein toisiinsa (Castrén ym. 2012a: 153–158). Jokaiselta sähkötapaturmapotilaalta lasketaan aina hengitystaajuus, mitataan happisaturaatio, arvioidaan hengitystyö ja ihonväri, tarvittaessa kuunnellaan hengitysänet ja mitataan uloshengityksen hiilidioksidipitoisuus riippuen potilaan vammoista ja oireista. (Holmström ym. 2015: 124–129.)

Kaikki rintakehän läpi kulkeneet voimakkaat sähköiskut aiheuttavat todennäköisesti hengityselimistön häiriöitä (Bryan ym. 2010: 47). Hengitystaajuuden laskeminen kuuluu perustutkimuksiin jokaisen sähkötapaturmapotilaan kohdalla (Castrén ym. 2012a: 173). Happisaturaatiota mitattaessa tulee muistaa, että useimmat pulssioksimetrit eivät tunnista hiilimonoksidin sitoutumista hemoglobiiniin. Tällöin pulssioksimetri näyttää normaalia arvoa, mutta potilaalla saattaa olla henkeä uhkaava happivajaus, mikä tulee huomioida esimerkiksi valokaaren aiheuttamia palokaasuja hengittänyttä potilasta tutkittaessa. (Holmström ym. 2015: 126–128.)

Hiilidioksidin poistumista elimistössä voidaan arvioida mittaamalla uloshengityksen hiilidioksidipitoisuutta kapnometrillä. Kapnometria ei kuulu jokaisen sähkötapaturmapotilaan perustutkimuksiin. Jos on syytä olettaa tai näyttää siltä, että potilas retentoi hiilidioksidia happihoidon aikana, voi tutkimuksen tehdä. Intuboidulla sähkötapaturmapotilaalla kapnometria on välttämätön intubaatioputken paikan varmistamiseksi. Se on myös oiva mittari onnistuneen ventilaation seuraamisessa. Nouseva hiilidioksidipitoisuus kertoo riittämättömästä ventilaatiosta tai happipullon tyhjenemisestä, hitaasti laskeva arvo monitorilla kertoo verenkierron romahtamisesta tai pulssittomasta rytmistä (PEA:sta) ja äkisti romahtava arvo monitorilla voi olla merkki intubaatioputken tai hengitysletkuston irtoamisesta. (Holmström ym. 2015: 128.)

Hengityksen riittävyden arvioinnissa kiinnitetään huomiota hengitystyöhön ja rintakehän liikkeisiin sekä apulihasten käyttöön (Harjola ym. 2016: 13). Ventilaation tehostuessa pallean ja kylkiväliihasten työ korostuvat sekä kaulan apulihakset otetaan käyttöön. Pallea vetää kylkiluita tehokkaammin alaspäin ja kaulan apulihakset ylöspäin, jolloin rintakehä laajenee paremmin. Tämä mahdollistaa keuhkojen suuremman laajenemisen ja tehokkaamman ventilaation. (Bjälje ym. 2011: 362-363.) Rintakehän liikkeitä tarkkailtaessa kiinnitetään huomiota siihen, onko hengitys pinnallista vai ovatko hengenvedot syviä. (Harjola ym. 2016: 13). Pinnallinen hengitys on tajuttomilla sähkötapaturmapotilailla merkki vatsansisällön aspiroimisesta keuhkoihin. Syvät hengen vedot ovat merkki siitä, että potilas tuntee ilman loppuvan. Syyt ilman loppumiseen voivat olla vakava happivajaus. Syviin hengenvetoihin liittyy usein hyperventilaatiota. (Castrén ym. 2012a: 182–183.)

Syanoosi on yksi hapenpuutteen arvioinnin menetelmä ensihoidossa, mihin kannattaa kiinnittää huomiota sähkötapaturmapotilaan hengitystä arvioitaessa. Vakavassa hapenpuutteessa kasvat, etenkin huulet ovat syanoottiset. Tyypillisesti happisaturaatio

perusterveellä syanoottisella potilaalla on alle 80 %. Täytyy kuitenkin muistaa, että syanoosia ei synny, jos veren hemoglobiinipitoisuus on alhainen. Jos veren hemoglobiinipitoisuus on korkea, voi syanoosia esiintyä jo lievässäkin hapenpuutteessa. (Holmström ym. 2015: 302.) Taulukkoon 7 on koottu yhteenveto hengitysvaikeuden oireiden ja vaikeusasteen arvioimisesta.

Taulukko 7. Hengitysvaikeuden oireiden ja vaikeusasteen arvioiminen (mukailtu lähteestä Harjola ym. 2016: 11).

Vaikeusaste	Lievä	Keskivaikea	Vaikea	Uhkaava romahdus
Hengitystaaajuus	20–25/min	25–30/min	30–40/min	<10/min tai >40/min
Happisaturaatio	>92 %	85–92 %	70–85 %	<70 %
Puhekyky	lauseita	muutamia sanoja kerralla	yksittäisiä sanoja	ei puhu, yskii
Apuhengitysilihakset	ei käytössä	lievästi käytössä	voimakkaasti käytössä	hengitys epäkoordinoitua
Muuta	jaksaa kävellä	usein lievää takykardiaa	takykardinen, hikinen, levoton, hakeutuu istuma-asentoon	syanoosi, sekavuus, tajuttomuus

Hengityssänten auskultaatio on yksi sähkötapaturmapotilaan perustutkimuksista ensihoidossa. (Harjola ym. 2016: 13). Sähkötapaturmapotilaan hengityssänten auskultaatiossa ensihoitajan tulee erottaa toisistaan akuutit ja krooniset oirelöydökset (Holmström ym. 2010: 125). Hengityssänet ovat yksilökohtaisia ja ne täytyy aina suhteuttaa tilanteeseen (Castrén ym. 2012a: 174.)

Joskus hengityssänet ovat jo paljain korvin kuultavia, mutta auskultaatio antaa tarkempaa tietoa ongelma-alueen sijainnista ja laajuudesta keuhkoissa. Ylähengitysteiden ahtaumassa tai hengitystie-esteessä hengitys on tyypillisesti kuorsaavaa. Kuorsaava hengitys johtuu usein kielen painumisesta nieluun tai eritteistä nielussa, mikä on tyypillistä tajuttomalla sähkötapaturmapotilaalla. (Harjola ym. 2016: 13.) Stridor-hengitys eli ajoittainen sisäänhengityksen yhteydessä kuuluva vingahdus

viittaa mekaaniseen esteeseen, eritteeseen ja ahtaumaan alempana ilmasteissä, henkitorven tai kurkunpään alueella. Mekaanisia esteitä sähkötapaturmapotilaalla voivat olla murtumien tai vammojen aiheuttamat kudოსvauriot, verenvuodot tai vatsansisältö hengitysteissä. (Castrén ym. 2012a: 174.) Rahinat hengityksessä viittaavat akuuttitilanteissa akuuttiin keuhkopöhöön tai keuhkovammaan. (Harjola ym. 2016: 13). Rahina hengityksessä voi olla myös merkki limasta hengitysteissä tai keuhkoissa (Castrén ym. 2012a: 174). Akuutti keuhkopöhö voi syntyä sähköiskun aiheuttamien sydämen rytmihäiriöiden, palovammojen, monielinvaurion, palokaasuallistuksen tai sekundaarivamman seurauksena (Castrén ym. 2012: 325).

Hiljentyneet tai puuttuvat hengityksenänet voivat olla merkki sähköiskun aiheuttamasta pneumothoraxista, jossa keuhkorakkulan seinämä repeää ja ilmaa pääsee keuhkopussiin, minkä seurauksena keuhko painuu kasaan. Ilman täyttämässä osassa keuhkoa, hengityksenänet ovat vaikeita tai eivät kuulu lainkaan. (Castrén ym. 2012a: 182.) Tätä tilaa kutustaan emfyseemaksi, mikä johtaa atelektaasin kehittymiseen, millä tarkoitetaan keuhkojen kasaan painumista (Holmström ym. 2015: 126).

Vinkuminen sisäänhengityksessä on vahva viite ahtaumista hengitysteissä. Vinkunan paikka rintakehällä kertoo ahtauman sijainnin hengitysteissä. Vinkuna johtuu vierasesineestä, palovammojen tai sähköiskun aiheuttamasta turvotuksesta hengitysteissä. (Holmström ym. 2015: 125.)

Kun hengityksen riittävyys on arvioitu ja turvattu, siirrytään verenkierron (**C = Circulation**) tarkennettuun arviointiin. Verenkiertoa arvioidaan ensihoidossa mittaamalla verenpaine, keskivertenpaine (MAP), pulssitaajuus ja korvalämpö jokaiselta sähkötapaturmapotilaalta. Sydämen rytmin seuranta monitorilla ja EKG:n ottaminen kuuluvat tarkennettuun tilannearvioon sähkötapaturmapotilaan kohdalla. (Aalto ym. 2009: 103–113.) Tämän kaiken lisäksi pulssien ja lämpörajojen palpaatio on hyvä tehdä. (Holmström ym. 2015: 130–137).

Verenpaineen mittaaminen kuuluu jokaisen sähkötapaturmapotilaan tarkennettuun tilannearvioon ensihoidossa (Aalto ym. 2009: 103). Verenpaine voi vaihdella useaan kertaan hälytystehtävän aikana. Sen vaihteluun vaikuttavat luonnolliset ja toisaalta vaarattomat syyt, mutta kyse voi myös olla henkeä uhkaavasta tekijästä kuten sähköiskun aiheuttamasta sokista, rytmihäiriöistä tai sekundaarisenvamman aikaansaamasta verenvuodosta. Luonnollisia syitä ovat jännittäminen, rasitus tai kipu.

(Holmström ym. 2015: 132.) Keskiverenpaine voidaan laskea kaavalla $(BP_{dia} + \frac{1}{3}(BP_{sys} - BP_{dia}))$, eli lisäämällä diastoliseen verenpaineeseen kolmasosa systolisen ja diastolisen verenpaineen erotuksesta. Keskiverenpaine tavoite tulisi olla yli 65mmHg. (Harjola ym. 2016: 20.)

Valtimopulssitaajuuden mittaaminen ja palpaatio ovat tärkeitä tutkimuksia, jotka tehdään jokaiselle sähkötapaturmapotilaalle ensihoidossa. Pulssitaajuus on hyvin yksilökohtainen ja siihen vaikuttavat monen tekijät kuten perussairaudet, lääkitys, ikä, ja mittaushetkellä rasitus sekä ympäristön tekijät. (Castrén ym. 2012a: 200.) Pulssitaajuus voidaan mitata pulssioksimetrillä tai EKG-monitoroinnilla sekä käsin palpoimalla tilanteesta riippuen. Pulssioksimetri on nopein ja käytetyin mittauslaite ensihoidossa, mutta se ei kuitenkaan aina mittaa luotettavaa arvoa. Pulssioksimetri ei välttämättä tunnista sähköiskun aiheuttamia rytmihäiriöitä ja lisälyönnejä tai sydämen läppävuotojen aiheuttamaa pulssiaaltoa laskimoverenkiertoon, vaan voi tulkita sen valtimopulssiksi. (Aalto ym. 2009: 97–98.)

Olenneisinta sähkötapaturmapotilaan pulssien tunnustelussa on pulssin voimakkuus. Heikko tai ei lankaan tuntuva pulssi kertoo alhaisesta verenpaineesta ja sähköiskun aiheuttaman sokin kehittymisestä. Sähkötapaturmapotilasta tutkittaessa ei kannata luottaa ensimmäiseen ja ainoaan oirelöydökseen, vaan useamman oirelöydöksen kokonaisuuteen. Pulsseja palpoitaessa kiinnitetään huomiota niiden symmetrisyyteen ja etsitään puolieroja palpoimalla samaan aikaan molempien ranteiden radiaalispulssit. Pulssien epäsymmetrisyys voi olla merkki aortan dissekatiosta tai aneorysmasta, jotka ovat mahdollisia sähköiskun seurauksena. (Holmström ym. 2015: 130–131.)

Korvalämmön mittaaminen kuuluu sähkötapaturmapotilaan perustutkimuksiin. Korvalämmön lisäksi lämpörajojen ja ihon lämpötilan tunnustelu ovat hyviä mittareita verenkierron riittävyden ja sähköiskun aiheuttaman sokkitilan arvioinnissa. (Aalto ym. 2009: 540.) Verenkierron ollessa riittävä, verta kiertää ääreisverenkierrossa ja perferia on lämmin. Hypovolemiassa elimistö keskittää verenkierron elintoimintoja ylläpitäville sisäelimille, jolloin veri pakenee periferista, mikä saa aikaan periferian viilenemisen (Holmström ym. 2015: 136).

Sydämen sähköisen toiminnan monitorointi ja EKG:n ottaminen kuuluvat usein sähkötapaturmapotilaan tarkentavaan tilannearvioon. Niiden perusteella tehdään johtopäätöksiä sydämen rytmistä, johtumishäiriöistä ja hapenpuutteesta.

Monitoriseurannalla saadaan karkea kuva sydämen sähköisestä toiminnasta ja joistakin rytmihäiriöistä. EKG antaa tarkemman kuvan sähköisestä toiminnasta ja sen avulla voidaan paikantaa sydämen ongelma-alueita sydämen eri osien tarkkuudella. (Holmström ym. 2015: 137–139.) Sydämen ulkopuolinen sähkövirta aiheuttaa herkästi rytmihäiriöitä sydämen sähköisessä toiminnassa. Jos EKG:ssa ei ole rytmihäiriöitä tai muita muutoksia, sähköisku on ollut pieni ja potilas on oireeton, eikä potilaalla ole todettua sydänsairautta, ei monitoriseurannalle ole tarvetta. Jos potilas on ollut tajuton ja oireilee, on monitoriseuranta välttämätön. (Aalto ym. 2009: 46.)

Akuuttitilanteissa on tärkeää tunnistaa sokin eri muodot. Sokilla tarkoitetaan verenkierron häiriötilaa, jossa elimistö ei pysty kierrättämään riittävää verimäärää kudoksiin. (Aalto ym. 2009: 329–332.) Sokin oireita ovat verenpaineen lasku, syketaajuuden kohoaminen, ääreisverenkierron supistuminen, hengitystaajuuden nousu, hikoilu ja kalpeus (Helistö ym. 2006). Sokkitilan taustalla on aina riittämätön verivolyymi, joka johtuu jostakin häiriöstä elimistön normaalissa toiminnassa. Sähkötapaturmapotilas voi kärsiä hypovoleemisen sokin aiheuttamasta matalasta verenpaineesta. Hypovoleemisen sokin taustalla voi olla runsas veren tai kudosten vuotoaminen, joita sähkötapaturmapotilaalla voivat aiheuttaa sekundaariset vammat tai palovammat. Kardiogeeninen sokki johtuu sydänperäisistä syistä, joissa sydämen normaali sähköinen kierto, eteisten tai kammioiden supistuminen on häiriintynyt. (Aalto ym. 2009: 329–332.) Kardiogeenisen sokin taustalla on usein sähköiskun aiheuttaman rytmihäiriön tai johtumishäiriön, sydänpysähdys tai sydäninfarkti (Holmström ym. 2015: 429–430.) Obstruktivisessa sokissa taustalla on verenkierron osittainen tai täydellinen tukkeutuminen laskimo- tai valtimo verenkierossa jonkin mekaanisen esteen takia (Aalto ym. 2009: 332). Obstruktivista sokkia sähkötapaturmapotilaalla aiheuttavat jänniteilmariinta, keuhkoembolia tai sydäntamponaatio. (Holmström ym. 2015: 431).

Distributiivivessa sokissa elimistön nesteet jakautuvat verisuonissa ja kudoksissa väärin. Veri pakenee verisuonista ympärillä oleviin kudoksiin, jolloin verivolyymi verisuonissa pienenee. Tästä seuraa verenpaineen lasku, jopa sen äkillinen romahtaminen. Seuraavassa on esitelty muutamia sähkötapaturmapotilailla mahdollisia distributiivisen sokin aiheuttajia. Sähkötapaturmapotilailla tyypillisin distributiivisen sokin aiheuttaja ovat laajat palovammat. (Aalto ym. 2009: 333–335.) Tätä laajojen palovammojen aiheuttamaa sokkitilaa kutustaan palovammasokiksi (Holmström ym. 2015: 435). Selkä- ja niskavammapotilailla ei saa unohtaa neurogeenisen sokin mahdollisuutta. Neurogeenisella sokilla tarkoitetaan tilaa, jossa selkäytimen

vaurioitumisen seurauksena hermostotoiminta on lamaanut kokonaan tai osittain esimerkiksi sähköiskun seurauksena. Tähän liittyy tyypillisesti hypovolemiaa, kun hermoimpulssit eivät etene normaalisti. Tämä aiheuttaa häiriöitä mm. verenpainetta säätelevän autonomisen- ja parasympaattisen hermoston toiminnassa. (Holmström ym. 2015: 436.) Taulukkoon 8 on koottu yhteenveto verenkierron riittävyyden arvioimisesta.

Taulukko 8. Verenkierron riittävyyden arvioiminen (mukailtu lähteistä Oksanen ym. 2010: 111 ja Aalto ym. 2009: 331).

	Lievä	Kohtalainen	Vaikea	Hyvin vaikea
Systolinen verenpaine	normaali	100 mmHg	100–70 mmHg	<70 mmHg
Pulssit	rad* tuntuu	rad* normaali tai heikko	rad* heikko tai ei tunnu	rad* ei tunnu, car** heikko
Pulssi	<100/min	100–120/min	>120–140/min	>140/min
Lämpöraja	ranne, jalkaterä, nilkka	kyynärvarsi, sääri	olkavarsi, reisi	vartalo
Tajunta	normaali	normaali, levoton	sekava, levoton	unelias, tajuton
Oletettu nestehukka	750 ml <15 %	750–1500 ml 15–30 %	1500–2000 ml 30–40 %	>2000 ml >40 %

*Radialis eli rannevaltimo pulssi, ** Carotis eli kaulavaltimo pulssi.

Kun hengitys ja verenkierto ovat arvioitu ja turvattu, siirrytään tajunnantason (**D = Disability**) arviointiin. Tajuttomuuden syitä selvitetessä tulee miettiä, onko tajuttomuus sekundaarisen vamman vai sähköiskun aiheuttaman sairaskohtauksen aikaansaama, vai ovatko sen taustalla olla molemmat tekijät (Castrén ym. 2013: 192–193). Tajunnantason arvioiminen on nopeaa ja vertailukelpoista yhteisesti sovittuja pisteytysmalleja apuna käyttäen. Yleisin näistä on GCS-pisteet. Sillä arvioidaan sähkötapaturmapotilaan reagoitua ulkoisiin ärsykkeisiin kuten kipuun ja puheeseen. Reagoitua arvioidaan silmien avaamisen, puhe- ja liikevasteiden perusteella. (Castrén ym. 2012a: 166–167.) GCS-pisteiden käyttö tutkimusmenetelmänä ei aina ole yksiselitteinen. Tajunnantaso joutuu arvioimaan hieman eri tavalla tajuissaan ja tajuttoman sähkötapaturmapotilaan kohdalla. Tajuttoman potilaan kohdalla liikevaste on tärkein osa-alue ja tajuissaan olevan potilaan tutkimuksissa kiinnitetään erityistä huomiota puhevasteeseen. Jos pisteitä kertyy alle yhdeksän, on potilas syvästi tajuton.

(Castrén ym. 2012a: 166–167.) Tajunnantasoja pidetään heikentyneinä, jos pisteitä kertyy 12 (Harjola ym. 2016: 9).

Tajunnantason laskuun liitetään usein käsite sekavuus, joka on yleistä sähkötapaturmapotilaalla. GCS-pisteet ovat kehitetty arvioimaan peruselintoimintojen häiriöiden taustalla olevaa sekavuutta tai tajuttomuutta, jotka alkavat akuutisti esimerkiksi sähköiskun jälkeen. (Holmström ym. 2015: 387.)

Tajuttomuus on aina vakava ja nopeaa hoitoa vaativa tutkimuslöydös. Tajuttomalta tulisi mahdollisimman pian löytää syy tajuttomuuteen. Tajuttomuuden syiden selvittelyyn on kehitetty monia muistisääntöjä, joista yleisimmin käytetyt ovat mainittu kuvassa 6. Tajuttomalle sähkötapaturmapotilaalle tulee aina tehdä monipuoliset perustutkimukset. Tajuttomalta mitataan aina verenpaine, pulssi, happisaturaatio, hengitystaajuus, verensokeri, korvalämpö, tarkistetaan sydämen rytmi monitorilla, lasketaan GCS-pisteet, arvioidaan hengitystyö ja kipureaktiot sekä tehdään karkea neurologien arvio, joka sisältää pupillien, puolioireiden ja Babinskin heijasteen tutkimisen. (Castrén ym. 2012a: 166–167.) Pupilleista tutkitaan kynälamppua apuna käyttäen pupillien valoreaktio, symmetrisyys, katsedeviaatiot ja nystagmus (Harjola ym. 2016: 25). Tajuissaan olevalta potilaalta etsitään lisäksi raajoista lihasvoimien puolieroja eli halvauksia pyytämällä potilasta liikuttamaan raajoja ja kokeilemalla lihasten fleksio ja ekstensio voimia. Koskettelemalla etsitään tuntopuutoksia. Tajuttomalta potilaalta puolierojen ja tuntopuutosten tutkiminen ei onnistu. (Holmström ym. 2015: 154–155.)

Perinteisesti heijasteiden tutkiminen on kuulunut lääkärin tarkentaviin tutkimuksiin, mutta ensihoidossa Babinskin heijasteen tutkiminen on perusteltua tietyissä tilanteissa. Babinskin heijastetta tutkittaessa saadaan käsitys sähkötapaturmapotilaan tajuttomuuden syvyydestä. Koska jalkapohjassa on paljon hermoja, jotka reagoivat herkästi ulkoiseen ärsytykseen, on Babinskin heijasteen tutkiminen hyvä ja nopea tutkimus GCS-pisteitä laskiessa. Useimmiten potilas vetää alaraajaa pois päin tai yrittää suojella tai puolustaa itseään, jos ei ole syvästi tajuton. (Holmström ym. 2015: 154–155.). Kieleen pureminen on yleensä merkki syvästä tajuttomuudesta tai tajuttomuuskohtauksesta. Niskajäykkyys voi kertoa pään sisäistä vammoista, joten niskaa kannattaa kokeilla, ellei herää epäily niskavammasta. (Harjola ym. 2016: 24–25.)

Sähköpalon läheisyydessä löydetyltä tajuttomalta sähkötapaturmapotilaalta ei saa unohtaa hiilimonoksidin tai muiden palokaasujen aiheuttamaa myrkytystä, mikä voi olla syy hapenpuutteen aiheuttamaan tajuttomuuteen (Castrén ym. 2013: 192).

Tajuttomuutta ei saa sekoittaa synkopeehen, jolla tarkoitetaan äkisti ohimennyttä tajuttomuutta. Sähkötapaturmissa synkopeet ovat yleisempiä kuin tajuttomuus. Synkopee johtuu melkein aina sähköiskun aiheuttamasta sydämen rytmihäiriöstä. Sen aikana aivojen verenkierto on hetkellisesti heikentynyt, eikä hapekasta verta riitä aivoihin, jolloin ihminen kollapeeraa. (Harjola ym. 2016: 27–28.)

Tunnetuimmat muistissäännöt tajuttoman potilaan tajuttomuuden syiden selvittelyyn ovat ”VOI IHME!” ja ”MIDAS” (kuva 5). Sähkötapaturmapotilaan tajunnantason ollessa heikentynyt tai potilaan ollessa tajuton olisi tärkeää saada selville, mitä on tapahtunut ja mitä potilas oli tekemässä ennen tajuttomuutta sekä kuinka kauan tajuttomuus on kestänyt. Sähkötapaturmapotilaalla tajuttomuuden taustalla voivat olla hyvinkin sähköiskun aiheuttamat sekundaariset vammat, sydän- tai hengityspysähdys. (Harjola ym. 2016: 24–25.) Ensihoidossa silloin tällöin törmää erilaisia oireita esittäviin potilaisiin. Simulaation mahdollisuus tulee muistaa, jos sähkötapaturmapotilasta tutkittaessa herää vaikutelma, että oirelöydökset eivät sovi potilaan olemukseen, tutkimustulokset ovat ristiriitaisia tai tajuttomuuden syvyys vaihtelee nopeasti. (Castrén ym. 2012a: 166.)

Vuoto kallon sisällä	Meningiitti
O ₂ puute	Intoksikaatio
Intoksikaatio	Diabetes
	Anoksia
Infektio	Subduraalihakematooma
Hypoglykemia	
Matala verenpaine	
Epilepsia	
!simulaatio	

Kuva 5. Tajunnantason laskun syitä (mukailtu lähteestä Harjola ym. 2016: 24).

Useimmiten ensihoidossa hengitys, verenkierto ja tajunnantaso arvioidaan hyvin ja niissä havaittuihin poikkeamiin puututaan. Helposti jää unohtumaan ABCDE-menetelmän viimeinen kohta, paljastaminen ja lisävammojen estäminen, mitkä ovat

erittäin tärkeitä sähkötapaturmapotilasta tutkittaessa. Ainoa keino palovammojen ja sähkövirran sisäänmeno- ja ulostulokohtien löytämiseksi on potilaan paljastaminen. (**E = Exposure**). (Holmström ym. 2015: 521–522.) Potilaan suojeleminen ympäristön aiheuttamilta vaaroilta, kuten kylmyydeltä tulee ottaa huomioon potilasta paljastettaessa (Aalto ym. 2009: 82). Sähkötapaturmapotilaan tutkimista ei saa lopettaa ensimmäiseen löydettyyn ulkoiseen vammaan tai poikkeavuuteen, vaan tutkimus pitää saattaa aina loppuun asti, niin sanottua ”plus yks” -ajatusmallia käyttäen. Tämä tarkoittaa sitä, että tulee olettaa, että vammoja on aina lisää, kunnes potilas on kokonaan paljastettu ja todettu, että niitä ei ole. Sähkötapaturmapotilaalla palovammat tai sähkövirran sisäänmeno- ja ulostulokohdat voivat olla joskus hyvinkin piilossa. Sähkötapaturmissa tulee huomioida sisäisten vammojen mahdollisuus, joita ei ulospäin voi nähdä. Tutkimisessa kannattaa edetä järjestelmällisesti, jotta jokainen kehonosa tulee käytyä läpi. Vammapotilaiden tunnettu tutkimiseen liittyvä muistisääntö on ”rivalaiser”, joka kertoo tutkimusjärjestyksen, joka on esitelty kuvassa 6. Tätä kannattaa käyttää sähkötapaturmapotilasta tutkittaessa. (Castrén ym. 2012a: 153–158.)

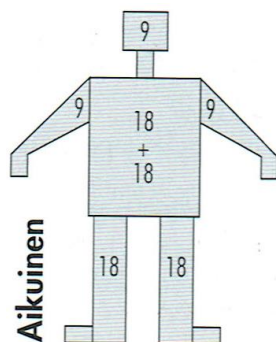


Kuva 6. Vammapotilaan tutkimisjärjestys (Castrén ym. 2012a: 158).

Sähkötapaturmapotilaalla sekundaariset vammat ovat yleisiä. Ulkoiset vammat löytyvät helposti, mutta sisäisten vammojen etsiminen on haasteellista. Se vaatii harjaantumista ja kokemusta sekä kehon anatomian tuntemusta. Suomessa on totuttu käyttämään RiVaLAISeR-potilaantutkimisjärjestystä, mutta muitakin menetelmiä on olemassa. Maailmalla on paremmin tunnettu Rapid Trauma Assessment -tapa. Toisaalta voidaan käyttää niin kutsuttua ”Head to Toe” -menetelmää, jossa edetään päästä varpasiin. (Alanen – Jormakka – Kosonen – Saikko 2016: 220–221.)

Koska sähkötapaturmapotilaalla todennäköisiä vammoja ovat sekundaariset murtumat, verenvuodot sekä kudonvauriot, keskitytään seuraaviin asioihin. Rintakehästä etsitään palpoinnalla murtumia ja sen stabiliteettia kokeillaan painamalla rintakehää molemmin käsin varovaisesti kasaan. Jos rintakehä antaa periksi tai hetkuu, on syytä olettaa kylkiluiden murtuneen. Kainalokuopat palpoidaan, koska kudokseen päässyt ilma kerääntyy yleensä sinne. Vatsaa palpoidaan aristuksia, resistenssejä ja pinkeyttä etsien. Vatsan sisäisten vammojen hoito tapahtuu kuitenkin vasta sairaalassa eikä ensihoidossa ole juurikaan keinoja hoitaa niitä. Lantiosta tutkitaan stabiliteettia. Jos lantio liikkuu epäsymmetrisesti suoliluunharjoja painettaessa alaspäin, on syytä olettaa siinä olevan suuria sisäisiä vammoja kuten murtumia tai verenvuotoa eikä lantiota pidä tutkia enempää, koska ensihoidossa ei ole keinoja hoitaa niitä. Nämä vammat vaativat aina leikkaushoitoa sairaalassa, joten nopea kuljetus hoitolaitokseen on paras hoito. Kalloa tutkittaessa palpoidaan pää systemaattisesti etsien aristuksia ja turvotuksia sekä poikkeavuutta luurakenteissa. Tarkistetaan, onko korvissa, nenässä tai suussa verenvuotoja. Selkärangan aristus on usein merkki jonkin selkärangan nikaman murtumasta tai luksaatiosta. Tällöin selkää ei tule liikuttaa enempää kuin on tarvetta. Potilasta tulee käsitellä äärimmäisen varovasti halvaantumisriskin takia. Raajat palpoidaan proksimaalipäästä aina distaalipäähän asti. Niistä etsitään murtumia tunnustelemalla virheasentoja. Lisäksi voidaan kokeilla liikeratoja. (Castrén ym. 2012a: 158.)

Palovammojen laajuuden arvioimiseen käytetään aikuisella yhdeksän prosentin sääntöä, millä määritellään palovammojen laajuus ihon pinta-alasta prosenttiyksikköinä. Kaaviossa, jota on havainnollistettu kuvassa 7 pää ja yläraaja ovat yhdeksän prosenttia, alaraaja, rintakehä, vatsa ja selkä ovat 18 % kehon ihon pinta-alasta. Lisäksi potilaan oman kämmenen ja sormien kokoinen alue vastaa yhtä prosenttia kehon ihon pinta-alasta. (Hult 2016: 214.)



Kuva 7. Palovammojen laajuuden arvioiminen (kuva: Oksanen ym. 2010: 117).

Sähkötaturmapotilasta paljastettaessa tulee aina etsiä mahdollisia sähkövirran sisäänmeno- ja ulostulokohtia (Aalto ym. 2008: 531). Sisäänmeno- ja ulostulokohtia voi olla yksi tai useampia riippuen sähkövirran kulkureitistä kehossa. Toisinaan ne ovat hyvin pieniä ja voivat olla piilossa, esimerkiksi suussa. (Akademir ym. 2004: 744.) Sisäänmenokohta näyttää tyypillisesti sisään painuneelta keltaharmaalta ihomuutokselta ja ulostulokohta ulkonevalta kohoumalta, jossa on tumma ympärys (Bryan ym. 2010: 47).

6.5 Potilaan hoitaminen

Sähkötaturmapotilaan ensihoidossa ei ole olemassa spesifistä hoitoprotokollaa, jota tulisi noudattaa. Sähkötaturmapotilailla voi olla sekä sisätautisia oireita ja kirurgista hoitoa vaativia vammoja. Tämän takia yksiselitteistä hoito-ohjetta on mahdotonta laatia, joten jokainen potilastapaus tulee arvioida aina erikseen ja hoitaa oireiden mukaisesti akuuteimmasta ongelmasta aloittaen. (Holmström ym. 2015: 620–621.) Tässä opinnäytetyössä käytetyt tutkimukset ovat osoittaneet, että potilaan oireet ja vammat ovat yleensä sydämen rytmi- ja johtumishäiriötä, palovammoja tai sekundaarisia vammoja, murtumia tai ruhjeita. Myöskään lääkärin hoito-ohjeiden pyytämisen tarpeelle ei ole laadittu spesifistä ohjetta, vaan se määräytyy yleisten hoito-ohjeiden pyytämiseen laadittujen protokollien mukaisesti. Hoito-ohjeiden pyytämisen syitä voivat olla tajuttomuus, hengitysvaikeus, rytmihäiriö, nestehoito tai kipulääkitys. (Holmström ym. 2015: 620-621.)

Potilasta hoidetaan ABCDE-menetelmän mukaisessa järjestyksessä. Elotonta potilasta aletaan elvyttää elvytysprotokollan mukaisesti sekä hälytetään lisäapua, jos sitä ei ole vielä liitetty hälytystehtävälle. (Holmström ym. 2015: 620.) Useimmiten sähköiskun aiheuttamassa rytmihäiriössä lähtörytminä on kammioväriä, jota hoidetaan nopealla defibrilloinnilla tai asystolia, jossa ripeä painelu elvytyksen aloittaminen on tärkeää. (Aalto ym. 2008: 533.)

Hengityspysähdys- tai riittämättömästi hengittävillä sähkötaturmapotilailla aletaan hoitaa välittömästi hengitystä. Hengitystiet avataan ja potilasta avustetaan hengityksessä naamaripaljeventilaatiolla ja lisähapella. Tarvittaessa potilas intuboidaan, jos naamaripaljeventilaatio ei onnistu tai potilas vaikuttaa syvästi tajuttomalta.

Nielutuubia voidaan käyttää apuvälineenä naamaripaljeventilaatiossa, jos potilas sietää sen. Jos potilaan spontaani hengitys lähtee käyntiin, siirrytään happihoitoon happimaskia käyttäen ja naamaripaljeventilaatio lopetetaan. (Holmström ym. 2015: 620.) Valokaaren aiheuttaman tulipalon palokaasuja hengittänyttä sähkötapaturmapotilasta hoidetaan hapettamalla 100 %:lla hapella, kunnes hengitysoireet väistyvät. Ensihoidon aikana oireet helpottavat, mutta eivät useinkaan väisty, joten happihoitoa jatketaan aina sairaalaan asti. (Harjola ym. 2016: 48.) Lisähapen antaminen useimmiten helpottaa potilaan oloa hetkessä, mutta keuhkosairauksia sairastavilla potilailla kuten astmaatikoilla ja COPD potilailla voidaan obstruktion laukaisemiseen tarvita inhaloitavia hengitysteitä avaavia beetasympatomimeettejä (Holmström 2015 ym. 621). Sopivia ja turvallisia hengitysteitä avaavia lääkkeitä ovat ipratropiimbromidi ja salbutamoli, sekä niiden yhdistelmä lääkkeet (Castrén ym. 2013: 198).

Jos sähkötapaturmapotilaalla on peruselintoiminnon häiriö, sähköiskun aiheuttamat laajat palovammat, hän on hypotensiivinen, altistunut suurjännitteelle tai tarvitsee kipua tai muuta lääkettä, avataan aina suoniyhteys (Holmström ym. 2015: 621). Suonisyhteys avataan kaikille sähkötapaturmapotilaille, joilla on ollut sähkövirran aiheuttamia oireita, koska oireet voivat uusiutua milloin tahansa (Castrén ym. 2013: 253). Mikäli suoniyhteyttä ei saada avattua, voidaan tapauskohtaisesti harkita inraosseaalikyhteyden avaamista. IO-yhteys avataan vain, jos laskimokanyylin asettaminen ei onnistu useista yrityksistä huolimatta ja aikaa on mennyt minuutteja, mutta potilas tarvitsee välttämättömästi suonensisäistä lääke- tai nestehoitoa. (Harjola ym. 2016: 664–665.)

Mitä enemmän sähkötapaturmapotilas tarvitsee nestettä, sitä suurempi kanyyli suureen suoneen on aiheellinen. Lääkkeenantoon riittää usein pienikin kanyyli. Sokkipotilaalle tai syviä ja laajoja sähköpalovammoja saaneelle sähkötapaturmapotilaalle voidaan aloittaa ensihoidossa suonensisäinen nesteytys Ringerin liuoksella 20ml/kg:n boluksella akuutin munuaisvaurion ehkäisemiseksi ja nestevajauksen korjaamiseksi. (Holmström ym. 2015: 621.) Vaikeissa palovammojen aiheuttamissa sokkitilanteessa suoniyhteyksiä tulee avata kaksi (Oksanen ym. 2010: 111). Palovammojen nestehoitoon on olemassa yleisesti käytetty nestehoito-ohje. Siinä nestehoidon tarve määräytyy palovammojen laajuuden mukaan. Yli 20 %:n palovammoissa aloitetaan nestehoito Parklandin kaavan mukaan. Infuusionopeus (ml/h) = $\frac{1}{4}$ potilaanpaino (kg) kertaa palovammojen laajuus (%). (Oksanen ym. 2010: 117.) Määrät ovat aina ohjeellisia ja suuntaa-antavia. Jokaisen sähkötapaturmapotilaan kohdalla kannattaa pyytää hoito-ohjeita lääkäriltä varsinkin, jos

potilaalla on useita hoitoa vaativia ongelmia, esimerkiksi eriasteisia palovammoja, hän on sokkinen sekä vakavasti vammautunut. (Castrén ym. 2013: 256.)

Randomyolyysin hoidossa keskeisintä on tehokas nestehoito, joka kannattaa aloittaa jo ensihoidossa, jos taustatiedot ja kliiniset oireet sekä tutkimuslöydökset viittaavat siihen. Nestehoito aloitetaan antamalla ensimmäisen tunnin aikana 1000 ml mieluiten NaCl 0,9 %:sta keittosuolaliuosta. Jos sitä ei ole saatavilla, käy Ringerin liuos. Tämän jälkeen jatketaan NaCl 0,9 %:lla keittosuolaliuoksella tai Ringerin liuoksella 400 ml/h. Diureesi tavoite tulisi olla 200–300ml/h. Pidemmällä kuljetusmatkoilla kestopatentin asettaminen on aiheellista diureesin seuraamiseksi jo ensihoidossa sekä käytännön syistä. (Harjola ym. 2016:252–253.)

Mikäli Ringerin liuoksella ei saada haluttua vastetta, voidaan kokeilla hypertonisia liuoksia tai plasman korvikkeita (Oksanen ym. 2010: 111). Niiden käyttö on jakanut mielipiteitä ensihoidossa. Toisten lähteiden mukaan niistä ei ole todettua hyötyä, eikä käyttöä suositella. Toiset lähteet taas suosittelivat niiden käyttöä, jos isotonisilla nesteillä ei saada haluttua vastetta, joten kannattaa aina varmistaa alueellisista hoito-oheista, mitä ne suosittelivat ja epäselvissä tilanteissa pyytää hoito-ohjetta lääkäriltä. Nestehoidon toteuttamisessa suositellaan ensisijaisesti isotonisia liuoksia, kuten Ringerin ja NaCl 0,9 % liuoksia käyttäen. Hypotonisia liuoksia ei saa missään tilanteissa käyttää hypovolemian hoitoon. (Harjola ym. 2016: 433–434.) Jos nestehoidolla ei saada korjattua hemodynamiikkaa, voidaan käyttää vasoaktiivisia iv-lääkkeitä kuten noradrenaliinia ja dopamiinia (Castrén ym. 2013: 230).

Useat edellä mainitut tutkimukset ja artikkelit sekä kirjalliset teokset nostavat esille erilaiset sydämen sähköiset toimintahäiriöt sähköiskun seurauksena. Yleisimpiä näistä ovat kammio- ja eteislyönnit. Takykardiaa aiheuttavia rytmihäiriöitä ovat eteisvärinä, sinustakykardia ja supraventrikulaarinen takykardia. (Holmström ym. 2015: 619.) Takykardioiden hoidossa ensisijainen lääke on suonensisäinen beetasalpaaja tarvittaessa toistaen, mikä hidastaa sykettä ja estää sähkön johtuvuutta sydänlihaksessa. Muista poiketen supraventrikulaarista takykardiaa hoidetaan nopeilla suonensisäisillä adenosiiniboluksilla tarvittaessa toistaen annosta nostamalla. (Harjola ym. 2016: 117.) Rytmihäiriöiden hoidossa tulee muistaa, että lääkkeillä saadaan hidastettua sykettä ja hillittyä lisälyöntejä toisinaan vain hetkellisesti. Niiden taustalla olevan perussyyn selvittäminen ja hoitaminen ovat tärkeitä. Lääkkeet antavat vain hieman lisää peliaikaa perussyyn selvittämiseen. (Harjola ym. 2016: 116–119.) Mikäli lääkehoidolla ei

saada haluttua vastetta nopealle rytmihäiriölle ja hemodynamiikka on hoidosta huolimatta epävakaa, voidaan tehdä kardioversio tietyissä tilanteissa. Kardioversiolla käännettäviä rytmejä ovat eteisvärinä ja eteislepatus. (Akademir ym. 2004: 745.)

Jos sähkötapaturmapotilas on saanut sinkoutumisen tai putoamisen seurauksena sekundaarisia ulkoisia tai sisäisiä vammoja hoidetaan häntä tavalliseen tapaan, niin kuin vammapotilasta. Aina niskavammaa epäiltäessä, potilaalle asetetaan tukikauluri estämään niskaan liikkumista. Potilas siirretään rankalaudalla tai kauhapaareilla tyhjiöpatjalle, jolla potilas kuljetetaan sairaalaan. (Holmström ym. 2015: 621.) Raajojen murtumat ja nivelten virheasennot pyritään lastoittamaan tai muuten tukemaan tyhjiölastaa käyttäen. Avomurtumat tulee suojata sidetaitoksilla ennen lastoitusta. (Castrén ym. 2012a: 286.) Ulkoiset verenvuodot tyrehdytetään painamalla vuotokohtaa voimakkaasti ja tukkimalla vuotokohta esimerkiksi steriilejä sidetaitoksia tai painesidettä apuna käyttäen (Castrén ym. 2013: 269).

Vaikeasti vammautuneille sähkötapaturmapotilaille suonensisäistä nestehoitoa ei tulisi antaa rutiininomaisesti. Suonensisäistä nestehoitoa annetaan vain, jos sille on tarvetta. Vuotosokin hoidossa käytetään niin sanottua kontrolloitua nestehoidon taktiikkaa, jolla tarkoitetaan vuotosokin hoitamista nopealla bolus-tyyppisellä nesteytyksellä 250 ml 5–10 minuutin boluksina, minkä jälkeen tehdään uusi arvio ja toistetaan tarvittaessa. Bolusten välissä riittää aukiolotiputus. Systolinen verenpaine tavoite on vammapotilaalla 80–90 mmHg ja syketavoite alle 120/min. Ainoana poikkeuksena on aivovammaepäily, jossa systolinen verenpaine tavoite on yli 120mmHg. (Castrén ym. 2013: 229–230.)

Sähkövirran aiheuttamia palovammoja hoidetaan niin kuin tavallisia palovammoja. Iho tulisi pyrkiä paljastamaan poistamalla palaneet vaatteet. Pieniä alle 20 %:n laajuisia pinnallisia palovammoja jäähdytetään haalealla vedellä noin 15 minuutin ajan (Castrén ym. 2013: 255.) Syviä ja laajoja palovammoja ei saa jäähdyttää hypotermiariskin takia (Holmström ym. 2015: 621). Pienet palovamma-alueet suojataan steriileillä keittosuolalla kostutetuilla sidetaitoksilla (Castrén ym. 2012a: 331). Suurissa yli 20 % laajuisissa palovammoissa palanut kehonosa tai -alue kääritään puhtaaseen lakanaan tai palovammaliinaan (Castrén ym. 2013: 255). Suuret palovamma-alueet voidaan suojata myös steriileillä kuivilla sidetaitoksilla. Taitoksia ei saa kostuttaa hypotermiariskin takia. (Aalto ym. 2009: 512.) Vaatteita ei tule kuitenkaan poistaa, mikäli ne ovat palaneet tiukasti kiinni ihoon (Aalto ym. 2009: 514).

Kivun hoito on tärkeä osa sähkötapaturmapotilaan ensihoitoa. Vakavia vammoja saaneet sähkötapaturmapotilaat ovat usein erittäin kivuliaita. Kipua voivat aiheuttaa rytmihäiriöiden aiheuttamat rintatuntemukset, palovammat tai murtumat. Hyviä kipulääkkeitä ensihoidossa ovat alfentaniili, morfiini ja fentanyyli. (Oksanen ym. 2010: 175–179).

Alfentaniili on lyhytvaikutteinen vahva opioidi. Se on hyvä kipulääke siirrettäessä potilasta tai potilaan ollessa niin kivulias, että kipujen tuntemus uhkaa häiritä peruselintoimintoja, jolloin potilas on saatava kivuttomaksi välittömästi. Sen vaikutus alkaa minuuteissa, mutta kestää vain noin 15–20 minuuttia. (Oksanen ym. 2010: 175.) Morfiinin on taas pitkävaikutteinen vahva opioidi, jota käytetään kaikentyypisten kipujen hoitoon. Vaikutus alkaa hitaammin viidessä tai kymmenessä minuutissa, mutta kestää pidempään, jopa neljä tai viisi tuntia. Sitä suositellaan käytettäväksi kuljetuksen aikana. (Oksanen ym. 179.) Fentanyyli on tehokas niin kutsuttu toimenpidelääke. Sen vaikutus alkaa muutamassa minuutissa ja kesää noin 20–30 minuuttia. Tämän aikana ehditään siirtää potilas ambulanssiin. (Oksanen ym. 2010: 176.) Ensihoitoon on myös tehnyt tuloaan anestesia- ja kipulääkkeisiin kuuluva S-ketamiini. S-ketamiinin on todettu soveltuvan hyvin hemodynaamisesti epävakaiden potilaiden kivun hoitoon, koska se ei laske verenpainetta niin kuin opiaatit tai bentsodiatsepiinit. Päinvastoin se lisää toisinaan sydämen minuuttitilavuutta ja sykettä nostattaen verenpainetta. (Peltoniemi 2015: 214–214.)

6.6 Potilaan tarkkaileminen

Sähkötapaturmapotilaan voinnin ja peruselintoimintojen tarkkaileminen kuuluu jokaisen ensihoitajan perustehtäviin hälytystehtävillä. Ilman tarkkailua ei saada käsitystä potilaan tilan kehittymisestä tai hoitojen vasteesta. Tarkkailua tehdään joko käytettävissä olevilla mittareilla ja hoitolaitteilla, katselemalla, palpoimalla ja kuuntelemalla potilasta. (Castrén ym. 2012a: 87.)

Sähkötapaturmapotilaan tarkkailu kuljetuksen aikana perustuu käytännössä toistuvasti uuden tilannearvion tekemiseen. Tilannearvion tekemisessä käytetään ABCDE-menetelmää, joka voidaan toistaa jopa muutamien minuuttien välein tai harvemmin. Hengitysteiden avoimuutta (A = Airway) ja hengitystä (B = Breathing) tarkkaillaan kuuntelemalla potilaan hengitystä, laskemalla hengitystaajuutta ja tarkkailemalla

hengitystyötä. Hapettumista tarkkaillaan potilaaseen kiinnitetyllä pulssioksimetrilla, jolla seurataan happisaturaatioarvon muuttumista. Intuboiduilla potilailla seurataan uloshengityksen hiilidioksidipitoisuutta kapnometrilla. (Holmström ym. 2015: 129.)

Sähkötapaturmapotilaan verenkiertoa (C = Circulation) tarkkaillaan potilaaseen kiinnitetyllä verenpainemittarilla ja sydämen rytminseurantamonitorilla sekä lämpörajoja tunnustelemalla. Verenpainetta mitataan tilanteen ja tarpeen mukaan. Sydämen rytmin monitoriseurannassa seurataan sydämen rytmiä. Huomiota kiinnitetään pulssitaajuuteen, rytmihäiriöihin ja perusrytmin muuttumiseen. Lämpörajoja seuraamalla saadaan tietoa verenkierron riittävydestä elimistössä. (Holmström ym. 2015: 133–138.)

Tajunnantason tarkkailuun ei ole olemassa ensihoidossa hoitovälineitä tai mittareita. Paras mittari tajunnantason tarkkailuun on GCS-asteikko, joka toistetaan uudelleen tietyn ajan välein. Matkan aikana kannattaa kiinnittää huomiota potilaan käyttäytymiseen ja kontaktiin. Mikäli potilas alkaa matkan aikana tulla väsyneeksi eikä vastaa kysymyksiin tai reagoi huonommin kivulle, tämä viittaa tajunnantason laskuun. Neurologisten oireiden kehittymistä seurataan tarkastamalla toistuvasti pupillien koko ja valoherkkyys sekä tuntuuutosten ja halvausoireiden eteneminen. (Holmström ym. 159–160.)

Jokaisella sähkötapaturmapotilaalla, jolla on jokin peruselintoiminnon häiriö tai epäily sen kehittymisestä, tulee varautua sen etenemiseen ja sokkitilan kehittymiseen. Tämän takia sokin eri vaiheiden seuraaminen on tärkeää, jolloin sokkitilan kehittymistä voidaan ennaltaehkäistä tai varautua siihen. Sokkitila on helpoin estää, jos sen kehittyminen huomataan jo ensivaiheen oireista, joita ovat hengityksen kiihtyminen, takykardia, heikko kapilaaritäyttö, levottomuus ja pelokkuus. Näiden oireiden edetessä elimistö alkaa kompensoida hapen riittävyyttä kudoksissa. Kompensaatiomekanismeja ovat työläs hengitys, verenpaineen lasku, kylmähikisuus, heikkous, jano ja pahoinvointi. Mikäli tässä vaiheessa ei puututa oireisiin, kehittyy vaikeasti hoidettava sokkitila, jonka oireita ovat haukkova hengitys, lankamainen pulssi, matala verenpaine ja alhainen tajunnantaso. (Holmström ym. 2015: 423.)

6.7 Potilaan kuljettamatta jättäminen

Kaikilla ensihoidon kohtaamilla sähkötapaturmapotilailla ei ole sairaalahoidon tarvetta tai kuljetustarvetta terveydenhuollon päivystyspisteeseen ambulanssilla.

Sähkötapaturmapotilas voidaan jättää kuljettamatta terveydenhuollon päivystyspisteeseen monipuolisten tutkimusten ja perusteellisen haastattelun ja taustatietojen selvittelyn jälkeen. Sähkötapaturmapotilas voidaan pääsääntöisesti jättää kuljettamatta, jos hän on saanut sähköiskun pienjännitteestä. Hän ei ole saanut sähköiskusta oireita eikä vammoja. (Castrén ym. 2013: 254.) Kuljettamatta jättäminen tulee aina kirjata potilaalle jätettävään ensihoitokertomukseen niin, että hän sen ymmärtää. Lisäksi tulee kirjata tehdyt tutkimukset ja hoidot sekä toimintaohjeet, jos tilanne muuttuu tai terveydentilassa tapahtuu muutoksia. Taulukossa 9 on esitelty asioita, joita kannattaa kirjata kuljettamatta jättämisessä. Epäselvissä tapauksissa tulee aina pyytää hoito-ohjeita lääkäriltä ja kirjata ensihoitokertomukseen hänen antamansa hoito-ohjeet. (Castrén ym. 2013: 87.)

Taulukko 9. Hoitokertomuksen kirjattavia asioita potilaan kuljettamatta jättämisessä (mukailtu lähteestä Castrén ym. 2013: 87).

Kirjattava asia
Jääkö potilas yksin kohteeseen.
Onko päätös tehty yhteisymmärryksessä potilaan tai muiden paikalla olijoiden kanssa.
Pystyykö potilas liikkumaan hänelle normaalilla tavalla.
Onko potilasta tai muuta paikalla olijaa informoitu soittamaan uudestaan 112, jos tilanne muuttuu.
Kehotus mahdollisesta tarpeesta hakeutua terveydenhuollon päivystyspisteeseen itse ja milloin.
Potilaan kieltäytyessä hoidosta ja kuljetuksesta kirjataan potilaan kyky tehdä itsenäisiä päätöksiä sekä ymmärtääkö hän hoitamatta jättämisen seuraukset.
Päihteiden käyttö.

Kuljettamatta jättämispäätöstä tehdessä tulee muistaa, että sähköiskun aiheuttamat oireet eivät välttämättä synny välittömästi. Ne voivat ilmaantua seuraavien tuntien tai vuorokauden jopa vuosien kuluttua. Potilasta tulee informoida tyypillisistä myöhäisoireista. Tyypillisiä myöhäisoireita ovat neurologiset motoriset oireet, munuaisten vajaatoiminnan oireet, viivästyneet verenvuodot. (Sähkövammat 2016.) Vuosien saatossa silmän näkökyvyn heikentyminen on mahdollista pään ja kaulan alueen sähköiskuissa. Näköoireet voivat olla merkki alkavasta kaihista. Oireet voivat ilmaantua vasta jopa kolmen vuoden kuluttua. (Saarelma 2017.) Jos näitä oireita ilmaantuu, tulisi potilaan hakeutua lääkärin vastaanotolle.

6.8 Potilaan kuljettaminen jatkohoitoon

Jatkotutkimuksia, sairaalaseuranta tai -hoitoa tarvitsevat potilaat kuljetetaan alueellisten kuljetusohjeiden tai lääkärin hoito-ohjeen perustella omalle terveysasemalle, yksityiselle lääkäriasemalle, aluesairaalan tai yliopistollisen keskussairaalan päivystyspoliklinikalle lääketieteellisin perustein. Lääketieteellisillä perusteilla tarkoitetaan potilaan vammojen ja oireiden vakavuutta sekä hoidon tarpeen kiireellisyyttä. (Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri 2008: 6–9.)

Jatkohoitoon tulee kuljettaa aina kaikki tavattaessa oireilevat tai välitöntä hoitoa vaativat vammalöydöksiä omaavat sähkötapaturmapotilaat. Sähkötapaturmien aiheuttamiin vammoihin ja oireisiin ei ole olemassa spesifistä kuljetusohjetta. Kuljetuspaikka määräytyy oireiden ja vammalöydösten mukaisesti. Ainoana poikkeuksena ovat sähkövirran aiheuttamat vakavat palovammat, jotka hoidetaan keskitetysti yliopistotasoisessa sairaalassa palovamma-osastoilla tai -keskuksissa. Ne vaativat useimmiten kirurgisia toimenpiteitä ja tehohoitoa. (Holmström 2015: 621.) Jos potilaalla on akuutti henkeä uhkaava peruselintoimintahäiriö, jota ei saada ensihoidon keinoin vakautettua, tulisi ennakkoilmoitus vastaanottavaan hoitolaitokseen tehdä (Castrén ym. 2013: 254).

Ensihoitajan kohdattua sähkötapaturmapotilaan, tulisi pystyä tekemään nopea päätös siitä, kuinka nopeasti potilas täytyy saada kuljetettua sairaalaan vai tarvitseeko potilas edes sairaalahoitoa. Yleisesti tunnettuja toimintamalleja on ensihoidossa kaksi. ”Stay and play”, jolloin sähkötapaturmapotilaan pysyviä vammoja tai vaurioita pyritään ehkäisemään kentällä aloitetuilla hoitotoimenpiteillä. Tyypillinen tilanne sähkötapaturmapotilaan kohdalla voisi olla kivulias palovammapotilas, jolle tulisi aloittaa kivunhoito jo kentällä ”Load and go” -toimintamallilla tarkoitetaan kohteessa oloajan minimoimista. Esimerkkinä potilas, joka on sähköiskun voimasta pudonnut korealta ja lyönyt pään pudotessaan, eikä ole tajuissaan. (Holmström ym. 2015: 522.) Kolmas vähemmän tunnettu malli on ”secondary survey”, jonka ajatuksena on perusteellinen tutkimus. Tätä mallia on hyvä käyttää, jos potilasta tutkittaessa ei saada tutkimuksin tai haastatteleamalla selkeää työdiagnoosia tehtyä ja koko tilanne on muutenkin epäselvä sekä ollaan epävarma, tarvitseeko potilas hoitoa, jatkoselvittelyä tai tarkkailua vai ei.

Tyypillinen tilanne, joka voi tulla ensihoidossa vastaan on sähköiskusta sekavaksi mennyt potilas. (Castrén ym. 2012: 91.)

Laajoissa tuoreissa sähkövirran aiheuttamissa palovammoissa nopea kuljetus on tärkeää ihon kuroutumisen takia. Ihon kuroutuminen saattaa saada aikaan panssarimaisen kiristävän hengitystä tai verenkiertoa uhkaavan lenkin kehon tai raajan ympärille. Ensihoidossa hoitokeinoja ei juurikaan ole ja se vaatii nopea kuljetusta sairaalaan. Ihon kuroutumista voidaan estää eskarotomialla. Se olisi hyvä tehdä steriileissä olosuhteissa sairaalassa infektioriskin välttämiseksi, mutta voidaan hätätilassa tehdä ensihoidossa. (Aalto ym. 2009: 512.)

Jatkohoitoon tulee kuljettaa sellaiset oireettomat sähkötapaturmapotilaat, jotka ovat altistuneet suurännitteelle, joilla on oireettomia rytmihäiriöitä tai muutoksia EKG:ssa, virran kulkureitti on mennyt rintakehän tai pään läpi, sähkövirran sisäänmeno- ja ulostulokohdassa on havaittavissa palovammoja, potilaalla on aiemmin diagnosoitu merkittävä sydänsairaus tai on menettänyt tajuntansa. (Oksanen ym. 2010: 122.) Monisairaajat ja iäkkäät potilaat tarvitsevat aina jatkoseurantaa sähköiskun saatuaan (Holmström 2015: 621).

Pääasiassa terveyskeskukseen tulee kuljettaa tai ohjata sähkötapaturmapotilaat, jotka eivät vaadi sairaalahoitoa ja tarkkailua. Esimerkiksi potilaat, joilla on alle 10 %:n laajuisia ensimmäisen asteen palovammoja, kuuluvat terveyskeskukseen. (Aalto ym. 2009: 513–514). Terveyskeskushoitoa vaativissa vammoissa ja oireissa kannattaa kohteessa miettiä, tarvitseeko potilas kuljetusta ambulanssilla terveyskeskukseen, vai voisiko hän hakeutua jollakin muulla keinolla sinne (Holmström ym. 2015: 54–55).

Alue- tai keskussairaalaan on syytä kuljettaa sähkötapaturmapotilaat, joilla on toisen asteen syviä ja kolmannen asteen palovammoja (Aalto ym. 2009: 513–514). Potilaat, joilla on tai on ollut peruselintoiminnon häiriö, vaikka se on saatu hoidettua kohteessa, kuljetetaan myös alue- tai keskussairaalan tarkkailuun (Castrén ym. 2013: 254). Peruselintoiminnon häiriöitä voivat aiheuttaa esimerkiksi yksittäiset kammio- ja eteislisälyönnit, joiden tarkkailu ja hoito tapahtuvat alue- tai keskussairaalassa (Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri 2008:12–13).

Yliopistotasoista erikoissairaanhoitoa hoitoa vaativat yleensä kirurgista tai tehohoitoa tarvitsevat sähkötapaturmapotilaat, joilla on laajoja palovammoja (Aalto ym. 2009: 513).

Kaikki sähköiskun seurauksena elottomaksi menneet ja elvytetyt, hemodynaamisesti epävakait, bradykardiset ja takykardiset eteis- ja kammiooperäiset rytmihäiriöt, st-nousuinfarkti, sekä keuhkopöhöpotilaat kuuluvat yliopistotasoiseen erikoissairaanhoidon (Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri 2008: 12–13). Sekundaariset pään vammat, joihin liittyy halvausoireita, kuten raajahalvauksia, puheentueton häiriöitä tai näköhäiriöitä, tarvitsevat neurokirurgin arvion yliopistotasoisessa sairaalassa (Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri 2008: 16). Verisuonikirurgiaa kuten verisuonten dissekaatio- tai ruptuurapotilaat ja thoraxkirurgiaa, kuten ilma- ja veririntapotilaat tarvitsevat vammapotilaat tulee kuljettaa yliopistotasoiseen sairaalaan kirurgin arvioon (Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri 2008:19). Kaikki monivammapotilaat, joilla on useamman erikoisalalan kirurgiaa vaativia vammoja, kuljetetaan yliopistolliseen keskussairaalaan (Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri 2008: 20)

Palovammakeskuksissa hoidetaan vain vaativaa teho- ja erikoissairaanhoidoa tarvitsevia sähköiskun aiheuttamia palovammoja. Tavallisesti potilailla on 20 % – 30 % laajuisia palovammoja, hengitystiepalovammoja, vaikeita sähköpalovammoja, kasvojen tai genitaalialueiden syviä palovammoja. Palovammakeskuksiin kuljetetaan sähkötapaturmapotilaita vain lääkärin hoito-ohjeen perusteella, ei siis koskaan ilman lääkärin lupaa. (Aalto ym. 2009: 513–515.)

6.9 Potilaan luovuttaminen hoitolaitokseen

Kuljetukseen johtaneet hälytystehtävät päättyvät sähkötapaturmapotilaan luovuttamiseen hoitolaitokseen. Samalla vastuu potilaan hoidosta siirtyy ensihoitajalta hoitolaitoksen henkilökunnalle. Potilasta luovutettaessa olisi suotavaa, että raportti annetaan vastaanottaville henkilöille potilaan kuullen, mikäli potilaan tila sen sallii. Tällöin potilas voi vielä korjata mahdollisia virheitä ja oikaista väärinkäsityksiä tai tarkentaa tilaansa liittyviä asioita. Potilas on jo matkan aikana saattanut hieman ymmärtää, mitä on tapahtunut ja sekavuus väistyy. Potilas raportoidaan aina suullisesti ja luovutetaan kirjallinen ensihoitokertomus sekä sen mukana olevat mahdolliset sydänfilmit, lääkelistat ja muut potilaspaperit tai lähetteet. (Castrén ym. 2012a: 53.)

Suullinen raportointi on tärkeää, koska ensihoitohenkilöstöllä saattaa olla sellaista tietoa tapahtumapaikalta, jota hoitolaitoksen henkilökunnan on mahdotonta saada selvitettyä

jälkikäteen. Päivystyspoliklinikat ovat usein kiireisiä, joten raporttia kuuntelevat henkilöt saattavat keskittyä sillä hetkellä useaan asiaan samaan aikaan jolloin raportti saattaa mennä osittain ohi kuuntelijalta. Tämän takia huolellinen ensihoitokertomuksen täyttö on tärkeää jokaisen sähkötapaturmapotilaan kohdalla. Virheiden välttämiseksi on kehitetty suullisen raportoinnin menetelmiä, joista tunnetuin näistä on ISBAR-menetelmä. ISBAR-raportin sisältö vaihtelee hieman sen käyttötilanteesta riippuen. Hoito-ohjeen pyytämiseen lääkäriltä, ennakoilmoitukseen ja potilaan luovuttamiseen on käytössä omat tilanteeseen soveltuvat raportointipohjat. (Holmström ym. 2015: 96–97.) Yksi esimerkki potilaan luovuttamiseen soveltuvasta raportointimenetelmästä on esitelty taulukossa 10.

Taulukko 10. Potilaan luovuttaminen ISBAR raporttia käyttäen (mukailtu lähteistä Holmström ym. 2015: 96 ja Castrén ym. 2012a: 45).

ISBAR	Sisältö
Identify – Tunnista	Potilaan nimi, sosiaaliturvatunnus ja ikä.
Situation – Tilanne	Tulosyy ja tilanteen vakavuus.
Background – Tausta	Potilaan perussairaudet, lääkitykset ja miksi apua oli hälytetty.
Assessment – Tilannearvio	Arvio peruselintoiminnoista (ABCDE-menetelmällä), vammalöydökset, tehdyt hoidot ja lääkitykset sekä hoidon vaste.
Recommendation – Toimintaehdotus	Oma arvio tarvittavista hoidoista ja toimintamallista.

Kun sähkötapaturmapotilas on luovutettu hoitolaitoksen, varmistetaan, että ensihoitovälineistö ja varusteet ovat kunnossa ja niitä on riittävästi seuraavaa hälytystehtävää varten. Mikäli välineistö tarvitsee huoltoa tai varusteita täydentää, tulee se tehdä välittömästi asemalla tilanteen salliessa. Mikäli tilanne ei salli asemalle paluuta esimerkiksi uuden kiireellisen hälytystehtävän takia, tulee täydennykset tehdä hoitolaitoksesta saatavilla välineillä ja tarvikkeilla ja huollot tehdä kenttäolosuhteissa väliaikaisin ratkaisuin. (Castrén ym. 2012a: 53.)

7 Verkko-opiskelumateriaalin kehittäminen sähkötapaturmapotilaasta

7.1 Verkko-opiskelu

Verkko-opiskelumateriaalilla tarkoitetaan Internet-verkossa jossakin julkisessa tai rajatussa tietoverkkojakelussa olevaa sähköistä opetus- ja opiskelumateriaalia. Verkko-opiskelumateriaali sisältää opetus- ja opiskelukäyttöön tarkoitettua tietoa ja ohjeita opiskeluun niitä lukeville opiskelijoille. (Opetushallitus 2005: 8.)

Tietotekniikan ja tietokoneohjelmistojen kehittyessä sekä tietokoneiden yleistyessä kotitalouksissa, työpaikoilla ja kouluissa myös sähköiset opetusmateriaalit ovat yleistyneet opetuslalla. Sähköisten opetusmateriaalien myötä verkko- ja itsenäinen opiskelu ovat lisääntyneet huomattavasti. Nykyään puhutaan käsitteestä ”e-learning”, jolla tarkoitetaan verkossa tapahtuvaa oppimista. Tähän perustuvat myös avointen yliopistojen toiminta sekä virtuaalinen- ja etäopiskelu. (Firat – Kabakci – Yurdakul – Sakar 2016: 31–32.)

Oppiminen on prosessi, jonka meistä jokainen kokee eri tavalla. Oppiminen on pääasiassa tietoista, mutta sitä tapahtuu myös huomaamatta läpi koko elämän. Oppimisessa on tärkeää onnistumisen tunteen kokeminen, mikä edesauttaa haluttujen oppimistulosten saavuttamista. Eri oppimisen muotoja ovat mallioppiminen (opetusvideot), kokeilun (laboraatio-opiskelu) tai toiminnan (simulaatio-opiskelu) kautta sekä teorian (kirjalliset teokset) pohjalta oppiminen. (Ojanen – Ritmala – Sivén – Vihunen – Vilén 2011: 72.)

Verkko-opiskelulla on todettu olevan paljon hyötyjä perinteiseen luokkamuotoiseen opiskeluun verrattuna. Verkko-opiskelun on todettu säästävän aikaa, koska opiskelija voi opiskella missä tahansa, jopa milloin tahansa oman aikataulunsa mukaan. Verkossa opiskelijat uskaltavat myös esittää kysymyksiä opettajalle ja ilmaista omia ajatuksiaan muille opiskelijoille herkemmin. Lisäksi opettaja ja opiskelijat voivat käydä verkossa kahdenkeskeistä keskustelua tai keskustelua voidaan käydä suurissa ryhmissä opettajan johdolla tai opiskelijoiden kesken. Opiskelijälähtöisen verkko-opiskelun, jossa opettaja on taustalla tukemassa, on todettu parantavan oppimistuloksia. Verkossa opiskelijalla on mahdollisuus myös saada palaute heti oppimisestaan ja oppia

virheistään. Tutkimuksen mukaan noin 40 % opiskelijoista käyttää verkko-opiskelu menetelmää melkein päivittäin. (Arias – Hernández – Naffah – Pérez 2015: 81–83.)

Verkko-opiskelussa korostuu opiskelijan oma motivaatio ja oma-aloitteisuus, luottamus itseensä sekä opettajan rooli. Verkko-opiskelu on tavallaan itseopiskeluprosessi, jossa opiskelija päättää omat tarpeensa, tavoitteensa ja käyttämänsä lähteet opiskelussa. Verkko-opiskelussa opiskelija voi edetä omaa itselleen sopivaa tahtia sekä keskittyä häntä kiinnostaviin aihepiireihin ja hankkia niistä lisätietoa. Opettajalla on myös merkittävä rooli verkko-opiskelussa, koska opettaja luo pohjan opiskelulle ja pystyy muuttamaan sitä opiskelijoiden tarpeiden mukaan tai ohjaamaan opiskelua tiettyyn suuntaan. (Liu 2015: 63–68.)

7.2 Verkko-opiskelumateriaalin kehittämien

Verkko-opiskelumateriaalin kehittäminen Moodle-oppimisolustalle toteutettiin prosessina, jonka aikana hankittiin tietoa sähkötapaturmapotilaan ensihoitoprosessiin liittyen eri kirjallisista lähteistä. Tiedonhakuprosessi tehtiin huolella ja siihen käytettiin paljon aikaa. Kun artikkeleita ja kirjallisuutta saatiin koottua riittävästä, alettiin työstää raporttia sähkötapaturmapotilaan ensihoitoprosessista. Kerätyn tiedon pohjalta laadittiin verkko-opiskelumateriaali Moodle-oppimisolustalle. Aihetta Moodle-oppimisolustalla tarkentavat kuvat ja taulukot, jotka toteutettiin kirjallisten lähteiden pohjalta. Näiden avulla haluttiin havainnollistaa tekstissä esille nostettuja asioita.

Moodle-oppimisolusta on muun muassa Metropolia Ammattikorkeakoulun käyttämä verkko-oppimisympäristö. Moodle-oppimisolustalla on oppimista tukevia työtiloja, aineistoja ja aktiviteetteja. Moodle-verkko-oppimisympäristöön on käytössä opettajan opas, joka opastaa opetusmateriaalin teknisessä toteutuksessa Moodle-oppimisolustalle.

Verkko-opetusmateriaalin keskeisenä osana ovat kronologisessa järjestyksessä etenevät välilehdet, joiden sisältöä verkko-opetusmateriaalia käyttävä opiskelija voi katsella omalta tietokoneeltaan missä tahansa. Välilehdille valittiin materiaalia, joka on keskeistä sähkötapaturmapotilaan ensihoitoprosessissa.

Verkko-opiskelumateriaali koostuu Moodle verkko-oppimisympäristöön viedystä materiaalista eri aiheita kuvaaville välilehdille. Välilehdillä on vapaata tekstiä kuvia, taulukoita, ladattavia dia-esityksiä ja aiheeseen liittyviä syventävää tietoa antavia tutkimuksia ja asiantuntija-artikkeleita sekä pohdintatehtäviä, joihin löytyy vastaukset. Itseopiskelumateriaalin lopussa on tietotesti, jossa opiskelija voit testata omaa osaamistaan sähkötapaturmapotilaan ensihoidosta.

8 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus

Tietoa tutkimuksiin, tässä opinnäytetyössä verkko-opiskelumateriaaliin, voidaan kerätä monin eri tavoin. Esimerkkejä tiedonkeruumenetelmistä ovat mm. puhelin- ja käyntihaastattelu, posti- ja verkkokysely sekä aineistot ja rekisterit. Vaikka verkko-opiskelumateriaalia työstettäessä tutkimusaineistoa ei kerätäkään suoraan ihmisiltä tai potilailta, täytyy eettiset näkökulmat ottaa huomioon. Aineistot ja rekisterit, joita tässä opinnäytetyössä käytetään ovat kuitenkin jonkun tekemiä ja julkaisemia.

Verkko-opiskelumateriaalin ollessa eettisesti hyväksyttävä sen täytyy noudattaa hyvää tutkimusetiikkaa ja tieteen laatua sekä edetä suunnitelmallisesti. Sen tulee olla uskottava ja luotettava sekä perustua relevantteihin lähteisiin sekä aineistoihin. Mitä tahansa opiskelumateriaalia tehdessä tulee aina noudattaa rehellisyyttä, huolellisuutta ja tarkkuutta prosessin jokaisessa vaiheessa. Tiedonhaussa tulee erityisesti kunnioittaa toisten tutkijoiden tekemää työtä ja saamia tuloksia sekä viitata heidän tuotoksiinsa niitä halveksumatta ja asianmukaisella tavalla. Tarvittavien tutkimuslupien hankkiminen on yksi tutkimuksen eettisistä osa-alueista. Salassapitovelvollisuus tulee huomioida tutkimusta tehdessä, jos tutkimusaineisto sisältää arkaluontoista dataa, esimerkiksi potilastietoja, vaikka ne olivat nimettömiä. (Helin – Jäppinen – Launis – Spoof – Varantola 2012: 6.)

Opinnäytetyönä tehtävää verkko-opiskelumateriaalia sähkötapaturmapotilaasta ensihoidossa tehtäessä huomioitiin eettiset lähtökohdat. Lähteinä käytettiin vain julkaistuja teoksia ja relevantteja lähteitä kuten hoitotieteellisiä artikkeleita, tilastoja tai julkaisuja, joita haettiin tietokannoista. Lähteitä ei plagioitu, eikä oleellisia tietoja jätetty pois. Esitetyn faktatiedon perustana oli aina jokin lähde, johon viitattiin. Koko opinnäytetyöprosessi suunniteltiin ja sen vaiheet aikataulutettiin. Opinnäytetyöstä tehtiin virallinen kirjallinen sopimus Metropolia Ammattikorkeakoulun kanssa. Verkko-

opiskelumateriaalin tilaajan kassa käytiin keskustelua sen sisällöstä ja otettiin huomioon tilaajan toiveet.

9 Pohdinta

Opinnäytetyöprosessin aikana huomattiin, että sähkötapaturmat eivät olekaan niin yksinkertainen asia kuin yleisesti luullaan ja itsekin luulin. Käsitkseni sähkötapaturmiin muuttui melko lailla, ja nyt suhtaudun sähkövirtaan elementtinä entistä vakavammin.

Opinnäytetyön tekeminen prosessina oli riittävän haastavaa ja paljon aikaa vievää, mutta antoisa ja opettavainen kokemus. Tämän opinnäytetyöprosessin aikana koin omien teoreettisten tietojeni parantuneen niin yleisellä tasolla koko ensihoidon hoitoprosessissa kuin erityisesti sähkötapaturmapotilaan hoitoprosessin kohdalla. Toivon, että luomani verkko-oppimisympäristö auttaa ja rohkaisee muitakin opiskelijoita perehtymään tähän tai johonkin muuhun haasteelliseen ja hieman epätavalliseen, mutta oman turvallisen työskentelyn ja laadukkaan ensihoidon takaamisen kannalta tärkeään aiheeseen.

Itseopiskelumateriaalin työstäminen oli ajoittain haasteellista. Luotettavaa kotimaista materiaalia ei alkuun meinannut löytyä lainkaan. Myöhemmin ulkomaista materiaalia löytyi hieman liikaakin ja osittain oli vaikeuksia karsia sitä ja valita oleellisia asioita mukaan. Itseopiskelumateriaalin pitäminen yksinkertaisena ja yhdenmukaisena oli haastavaa, koska aineistoa oli kaikkialta maailmasta sekä eri kulttuuritaustoista, jolloin lähdemateriaalin luonne oli melko kirjavaa. Materiaalia kerätessäni huomasin, että hoito- ja tutkimuskäytännöt sähkötapaturmapotilaan kohdalla maailmalla eroavat toisistaan erittäin paljon. Itseopiskelumateriaalissa on pyritty yhdenmukaistamaan laajaa termistöä, jotta tulkinnan varaa ei jäisi tai väärinymmärryksiä syntyisi.

Jotta itseopiskelumateriaalista saataisiin kaikki hyöty irti tulevaisuudessa, se tarvitsisi jatkuvaa päivittämistä jonkun toimesta. Tämä on kuitenkin käytännössä hankalaa toteuttaa, koska itseopiskelumateriaalin jatkuva päivittäminen vaatii paljon resursseja. Metropolia Ammattikorkeakoulussa on valmistunut aikaisemmin itseopiskelumateriaaleja opinnäyttöinä ja innovaatioprojekteina sekä tulevaisuudessa niitä valmistuu varmasti vielä enemmän. Yksi vaihtoehto itseopiskelumateriaalin päivittämiselle olisi, että opiskelijat jatkaisivat ja päivittäisivät esimerkiksi opinnäytetyönä toisen opiskelijan tuottamaa itseopiskelumateriaalia. Itseopiskelumateriaaliin voidaan tulevaisuudessa liittää simulaatioharjoituksia. Tätä opinnäytetyönä toteutettua

itseopiskelumateriaalia ei ole suunniteltu sisällyttäväksi mihinkään tiettyyn opintojaksoon, mutta tulevaisuudessa sitä mahdollisuutta ei kuitenkaan saa sulkea pois. Sähkötapaturmapotilaan ensihoidosta ei ole aikaisemmin kehitetty itseopiskelumateriaalia opinnäytetyönä Metropolia Ammattikorkeakoulussa.

Lähteet

Aalto, Sakari – Castrén, Maaret – Rantala, Elina – Sapanen, Pertti – Westergård, Airi 2009. Ensihoidosta päivystyspoliklinikalle. Helsinki: WSOY oppimateriaalit Oy.

Aitken, Peter – Close, Benjamin – Furyk, Jeremy – Robb, Megan 2009. Review article: Emergency department implications of the TASER. *Emergency Medicine Australasia* 21 (4). 250–258.

Akademir, R – Albayrak, S – Erbilin, E – Gunduz, H – Ozer, I – Unlu, H – Uyan, C 2004. Atrial fibrillation after electrical shock: a case report review. *Emergency Medicine Journal* 21 (6). 744–746.

Alanen, Pasi – Jormakka, Juha – Kosonen, Antti – Saikko, Simo 2016. Oireista työdiagnoosiin. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Alexander, Charles – Sadiku, Matthew 2005. *Fundamentals of Electric Circuits* 3rd edition. Boston: McGraw-Hill Education.

Allison, Michael – Bond, Michael – Farzad, Ali – Lemkin, Daniel – Lemkin, Mark – Witting, Michael 2014. Electrical exposure risk associated with hands-on defibrillation. *Resuscitation* 85 (10). 1330–1336.

Arias, Alejandro – Hernández, Jonathan – Naffah, Salim – Pérez, Luz 2015. Individual Factors That Encourage the Use of Virtual Platform of Administrative Sciences Students: a Case Study. *The Turkish Online Journal of Educational Technology* 14 (3). 81–87.

Aşadi, Kamran – Der Ghazarian, Anita – Fatemi, Mohammad – Samini, Rogeieh – Shoar, Saeed – Salehi, Seved 2013. Electrical injury in construction workers: A special focus on injury with electrical power. *The journal of International Society for Burn Injuries* 40 (2). 300–304.

Atif, Bayramoğlu – Ayhan, Aköz – Bünyami, Özoğul – Mucahit, Emet – Şahin, Aslan – Umit, Avşar – Zeynep, Cakır 2015. Socio-Demographic Characteristics of Patients with

Electrical Burns Admitted to Emergency Department. *Emergency Journal Medicine* 14 (1). 26–29.

Bjålie, Jan – Haug, Egil – Sand, Olav – Sjaastad, Øystein – Toverlund, Kari 2011. *Ihminen – Fysiologia ja anatomia*. Helsinki: WSOYpro Oy.

Bryan, Tamara – Colwell, Chris – Murphy, Paul – Pineda, Gilbert: 2010. A shocking call. The Continuing Education Coordinating Board for EMS.

Carlos, Lam – Chorng-Kuang, How – Jen-Dar, Chen – Wen-Cheng, Huang – Yu-Hui, Chiu 2010. Posterior comminuted scapular fracture induced by a low voltage electric shock. *The American Journal of Emergency Medicine* 28 (9). 1060.e3–1060.e4.

Castrén, Maaret – Ekman, Simo – Martikainen, Martti – Sahi, Timo – Söder, Jouko 2007. *Suuronnettomuusopas*. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Castrén, Maaret – Halveranta, Kai – Kinnunen, Ari – Korte, Henna – Laurila, Kimmo – Paakkonen, Heikki – Pousi, Jouni – Väisänen, Olli 2012a. *Ensihoidon perusteet 4*. korjattu painos. Helsinki: Otavan kirjapaino Oy.

Castrén, Maaret – Korte, Henna – Myllyrinne, Kristiina 2012b. *Palovammat*. Verkkodokumentti. Päivitetty 31.5.2012.

<http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=spr00009>. Luettu 1.3.2017.

Castrén, Maaret – Kurola, Jouni – Lund, Vesa – Martikainen, Martti – Silfvast, Tom 2013. *Ensihoito-opas 6*. uudistettu painos. Saarijärvi: Duodecim.

Engelhardt, József – Hnyilicza, Zsuzsanna – Jakab, Katalin – Keresztes, László – Klivényi, Péter – Néméth, Dezsó – Táncos, Tímea – Vécsei, László – Zádori, Dénes: 2014. The role of cognitive training in the neurorehabilitation of a patient who survived a lightning strike. A case study. *NeuroRehabilitation* 35 (1). 137–146.

Ensiapu sähkötapaturmissa 2006. Esite. Suomen punainen risti.

Erdur, Bülent – Uyanik, Emrah – Özen, Mert 2013. Delayed ST-Segment Elevation Due to Electrical Injury Mimicking Acute Myocardial Infarction. The journal of academic emergency medicine 12 (4). 222–224.

Firat, Mehmet – Kabakci Yurdakul, Isil – Sakar, Nurhan 2016. Web interface design principles for adults' self-directed learning. Turkish Online Journal of Distance Education-TOJDE 17 (4). 31–45.

Hatakka, Sakari – Huurinainen, Ville 2016. Rakennusten sähköpalokuolemat Suomessa vuosina 2010–2014. Turvallisuus ja kemikaalivirasto. Raportti 1/2016.

Harjola, Veli-Pekka – Mäkijärvi, Markku – Päivä, Hannu – Valli, Juha – Vaula, Eija 2016. Akuuttihoito-opas. 19. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Helin, Markku – Jäppinen, Sanna – Launis, Veikko – Spoof, Sanna Kaisa – Varantola, Krista 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsittely Suomessa. Tutkimuseettinen neuvottelukunta. Verkkodokumentti. <http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf>. Luettu 26.2.2017.

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri 2008. Potilasohjaus Helsingissä. Ohje terveydenhuoltohenkilöstölle 1.7.2008. Verkkodokumentti. <<http://docplayer.fi/842048.-Potilasohjaus-helsingissa-ohje-terveydenhuoltohenkilostolle-1-7-2008.html>>. Luettu 15.8.2017.

Helistö, Hetta – Kajava, Maija 2006. Sähkötaturmat ja ensiapu -opetusaineisto. Suomen Punainen Risti.

Hokkanen, Arja – Hällström, Jari – Kokkola, Hannu – Pykälä, Marja-Leena 2006. Sähköturvallisuus. Teknillinen korkeakoulu. Sähköverkot ja suurjännitetekniikka. Luentomateriaali.

Holmström, Peter – Kuisma, Markku – Nurmi, Jouni – Porthan, Kari – Taskinen, Tuomas 2015. Ensihoito 3.–5. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Hult, Maarit 2016. Palovammapotilaan ensihoito ja siirtoon valmistautuminen. Finnanest 49 (3). 209–217.

Hyttinen, Veli 2000. Palofysiikka. 4.–5. painos. Kuopio: Tammer-paino Oy.

Kallinen, Outi 2013. Fatal burns in Helsinki burn center. Väitöskirja. Department of Plastic Surgery. Helsinki University Hospital.

Kozio-McLain, Jane – Oman, Kathleen 2007. Emergency nursing secrets – Your Emergency Questions Answered by Experts You Trust. 2sc edition. St. Louis, Missouri: Mosby, Inc., and affiliate of Elsevier Inc.

Liu, Shih-Hsiung 2015: Effects of Self-Perceptions on Self-Learning among Teachers Education Students. International Education Studies 8 (10). 63–71.

Nurmi, Veli-Pekka – Saastamoinen, Mika 2001. Kuluttajat ja sähkölaitteiden turvallisuus. Turvatekniikan keskus. TUKES-julkaisu 8/2001.

Ojanen, Tuija – Ritmala, Marjo – Sivén, Tuula – Vihunen, Riitta – Vilén, Marika 2011. Lapsen aika. 12.–14. painos. Helsinki: WSOYpro Oy.

Oksanen, Tuomas – Turva, Jarmo 2010. Ensihoidon taskuopas. 14. muuttumaton painos. Keuruu: Suomen ensihoidon tiedotus Oy.

Opetushallitus 2005. Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit. Verkkodokumentti. <http://www.oph.fi/download/47132_verkko-oppimateriaalin_laatukriteerit.pdf>. Luettu 26.2.2017.

Parviainen, Maria 2011. Akuutit aitiopaineoireyhtymät. Finnanest 44 (5). 399–403.

Peltoniemi, Marko 2015. Ketamiinin perioperatiivinen käyttö. Finnanest 48 (3). 214–219.

Saarelma, Osmo 2017. Tietoa potilaalle: Sähkön aiheuttamat vammat (sähköisku) 2017. Terveysportti. Lääkärinkäsikirja. Verkkodokumentti. Päivitetty 4.3.2017. http://www.terveysportti.fi/dtk/ltk/koti?p_haku=s%C3%A4hk%C3%B6vamma Luettu 6.7.2017.

Saksala, Pia – Liisa, Somerharju 2010. Sosiaali- ja terveystieteiden fysiikka ja kemia. 6.–7. painos. Helsinki: Edita.

Suomen standardisoimisliitto 2007. Rakennusten sähköasennusten jännitealueet. Standardi SFS-IEC 60449.

Sähköisku 2017. Turvatekniikan keskus. Verkkodokumentti.
<<http://www.tukes.fi/sahkoturvallisuus100/sts100/sahkoisku.html>>. Luettu 30.5.2017.

Sähkövammat 2016. Terveystieteen tutkimuskeskus. Lääkärin käsikirja. Verkkodokumentti. Päivitetty 22.9.2016.
<http://www.terveysportti.fi/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=ykt00441&p_haku=s%C3%A4hk%C3%B6tapaturma>. Luettu 16.3.2017.

Tapaturmien ehkäisy 2016. THL. Verkkodokumentti. Päivitetty 16.8.2016.
<https://www.thl.fi/fi/web/tapaturmat/tapaturmien_ehkaisy>. Luettu 21.2.2017.

Terveystieteen tutkimuskeskus 2017. Verkkodokumentti. <<http://www.duodecim.fi/tuotteet-ja-palvelut/terveysportti/>>. Luettu 4.7.2017.

Tulonen, Tuuli 2010. Electrical Accident Risks in Electrical Work. Tukes Publications Series (3).

Tukes. Tiedä ennen kuin toimit sähköverkon läheisyydessä. Esite. Saatavilla sähköisesti- <http://www.tukes.fi/Tiedostot/sahko_ja_hissit/Hengenvaara_esite.pdf>.

Tukes 2015. Toimialan onnettomuudet 2015. Osa 7 sähkö ja hissit. Verkkodokumentti.
<http://www.tukes.fi/Tiedostot/varoasiat/kalvosarjat%202015/VALMIS_2015_osa_7_S%C3%A4hk%C3%B6_ja_hissit.pdf>. Luettu 26.5.2017.

Varo sähköä radalla 2017. Trafi. Verkkodokumentti.
<http://www.rautatieturvallisuus.fi/kasvattajille/vanhemmille/materiaalia_rautatieaiheen_kasittelyyn/varo_sahkoa_junaradalla>. Luettu 28.5.2017.

Mukaan valitut tutkimukset

Artikkelin tekijä(t), vuosi, maa	Tutkimuksen nimi	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä, otoskoko (n =)	Tutkimuksen keskeiset tulokset
Tuuli Tulonen, 2010, Suomi.	Electrical Accident Risks in Electrical Work	Kartoittaa sähköturvallisuuden liittyviä riskejä sähköalalla ja edistää sähköturvallisuutta.	Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä. (n = 541, kysely) + (n = 30, haastattelu) + (= 8, perehdytys)	Tulokset toivat esiin uutta tietoa sähköturvallisuuden liittyvistä riskeistä, mitä voidaan hyödyntää kehittämistyössä. Useimmiten sähkötapaturman taustalla oli kiire.
Nurmi, Veli-Pekka – Saastamoinen, Mika, 2001, Suomi.	Kuluttajat ja sähkölaitteiden turvallisuus	Kartoittaa sähkölaitteistojen turvallisuuden liittyviä asenteita, käsityksiä ja käyttötapoja kuluttajien keskuudessa.	Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä. (n = 1149, kirjekysely)	Useimmiten kuluttaja perehtyi sähkölaitteiston käyttöön. 40 % uskoi osaavansa käyttää sähkölaitteistoa, vaikka ei ollut lukenut käyttöohjeita ja n. 30 %:ssa talouksia viallisia sähkölaitteistoja yritettiin korjata itse.
Hatakka, Sakari – Huurinainen, Ville, 2016, Suomi.	Rakennusten sähköpalokuolemat Suomessa vuosina 2010–2014	Selvittää Suomessa vuosina 2010–2014 tapahtuneiden sähköpalokuolemien syitä pelastuslaitoksen tietokantoja apuna käyttäen.	Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä. (n = 74, selvitys)	Kuolemaan johtaneet syyt jakautuivat teknisiin ja käyttäjälähtöisiin syihin. Yleisimpiä syitä olivat sähkölaitteiston virheellinen käyttö tai sen valvomatta jättäminen. Lähes puolet sähköpalokuolemista aiheutui liesipaloista.
Ahmeti, H – Arifi, S – Buja, Z – Duci, H – Gashi, M – Mekaj, A – Selmani, M – Zatriqi, V, 2014, Kosovo.	Electrical burn injuries of 246 patients treated at the University Clinical Center of Kosovo during the period 2005–2010	Selvittää sähköpalovammojen syitä, sijainteja kehossa, miten niitä hoidetaan, hoitajaksojen pituuksia sairaalassa ja sähkövammojen vakavuutta yliopistollisessa sairaalassa.	Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä. (n = 246, potilastapaus)	Sähkövammat sijaitsivat useimmiten syvällä kudoksissa. Vakavia sähkövammoja oli 9,1 %:lla potilaista ja 10,6 % potilaista siirrettiin jatkohoitoon muihin sairaaloihin ja palovammakeskuksiin.

<p>Aśadi, Kamran – Der Ghazarian, Anita – Fatemi, Mohammad – Samini, Rogeieh – Shoar, Saeed – Salehi, Seved, 2013, Iran.</p>	<p>Electrical injury in construction workers: A special focus on injury with electrical power</p>	<p>Selvittää rakennustyömailla työskenteleville henkilöille tapahtuvien sähkövammojen aiheuttajia ja hoitomuotoja palovammasairaalassa.</p>	<p>Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä. (n = 202, potilastapaus)</p>	<p>Yleisin sähkövammamekanismi on ilmassa riippuvien voimalinjojen suurjännitevirran aiheuttama sähköisku. Suurjännitteen aiheuttamat vammat vaativat useimmiten kirurgista toimenpiteitä, kuten ihosiirteitä, faskiotomiaa tai amputaatiota.</p>
<p>Atif, Bayramođlu – Ayhan, Aköz – Bünyami, Özođul – Mucahit, Emet – Şahin, Aslan – Umit, Avşar – Zeynep, Cakır, 2015, Turkki.</p>	<p>Socio-Demographic Characteristics of Patients with Electrical Burns Admitted to Emergency Department</p>	<p>Selvittää eri sähkövammatyyppejä, palovammojen laajuutta ja astetta, hoidon pituutta eri ikäisten miesten ja naisten sähkötapaturmissa sekä missä ja milloin sähkötapaturmia sattui ylisopistollisen sairaalan päivystyspoliklinikalla.</p>	<p>Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä. (n = 213, potilastapaus)</p>	<p>Suuri osa sähkövammoja saaneista oli miehiä ja sähkövammat olivat useimmiten kolmannen asteen palovammoja. Keski-ikä oli 34 vuotta. Tapaturmat lisääntyivät selvästi kesällä. Osastolle jääneiden potilaiden (73 %) keskimääräinen hoitoaika oli 1–141 vuorokautta. Mediaani oli 26,4 ± 24.8 vuorokautta.</p>
<p>Engelhardt, József – Hnyilicza, Zsuzsanna – Jakab, Katalin – Keresztes, László – Klivényi, Péter – Néméth, Dezsó – Tancoz, Tímea – Vécsei, László – Zádori, Dénes, 2014, Unkari.</p>	<p>The role of cognitive training in the neurorehabilitation of a patient who survived a lightning strike. A case study</p>	<p>Osoittaa kognitiivisen kuntoutuksen hyödyllisiä vaikutuksia salamaniskussa vammautuneella potilaalla osana neurologista kuntoutusta.</p>	<p>Kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä. (n = 1, potilastapaus)</p>	<p>Potilas kehittyi monilla kognitiivisten toimintojen osa-alueilla. Hänen työ- ja lähimuistinsa paranivat. Hän osasi yhdistää asioita toisiinsa paremmin kuten sanoja lauseiksi. Myös matemaattiset taidot paranivat.</p>
<p>Allison, Michael – Bond, Michael – Farzad, Ali – Lemkin, Daniel – Lemkin, Mark –</p>	<p>Electrical exposure risk associated with hands-on defibrillation</p>	<p>Selvittää ihmiskehon koon ja ulkoisten tekijöiden vaikutusta sähkönjohtavuuteen kehossa. Kokoa arvioidaan BMI:llä.</p>	<p>Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä. (n = 6, kohdehenkilö). Kohdehenkilöt olivat</p>	<p>Kohdehenkilön koolla oli vaikutusta sähkövirran kulkemiseen kehossa. Sähkövirta oli voimakkaimmillaan sähköiskun saaneen kohdan ympäristössä. Lisäksi todettiin, että kuiva ja ehjä iho</p>

Witting, Michael, 2014, USA.			kuolleita ja BMI 12–29.	vastustavat sähkövirtaa paremmin kuin märkä ja ruhjeinen iho.
Aitken, Peter – Close, Benjamin – Furyk, Jeremy – Robb, Megan, 2009, Australia.	Review article: Emergency department implications of the TASER.	Selvittää poliisin käyttämän TASER x26 merkkisen etälamauttimen aiheuttamia vammoja ja sydänoireita poliisin koehenkilöillä ja vapaaehtoisilla koe henkilöillä.	Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä. (n = 86, artikkeli).	Etälamauttimen sähkövirralle altistuminen sai aikaan pääasiassa sydänoireita, jotka näkyivät muutoksina EKG:ssa. Myös palovammoja ja sekundaaria maahan kaatumisen seurauksena syntyneitä pienvammoja raportoitiin.
Arias, Alejandro – Hernández, Jonathan – Naffah, Salim – Pérez, Luz 2015, Kolumbia.	Individual Factors that Encourage the Use of Virtual Platforms of Administrative Sciences Students: A Case Study.	Tutkia yksilökohtaisia tekijöitä, jotka rohkaisevat opiskelijaa käyttämään virtuaalialustoja opiskelussa.	Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä. (n = 270, kysely).	Suuri osa opiskelijoista käyttää jotakin virtuaalialustaa opinnoissa viikoittain. Opiskelijat kokevat niiden myös edistävän opintoja ja saavuttavan parempia oppimistuloskisa.
Liu, Shih-Hsiung, 2015, Taivani.	Effects of Self-Perceptions on Self-Learning among Teachers Education Students.	Selvittää opettajan roolia, itseluottamuksen ja minäkuvan merkitystä itseoppimisprosessissa.	Kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä. (n = 248, kysely).	Minäkuvalla ei ollut vaikutusta itse oppimisprosessiin. Sen sijaan itseluottamus vaikutti itseopiskelun tuloksiin ja opettajan rooli minäkuvan kehittymiseen itseoppimisprosessin aikana.
Firat, Mehmet – Kabakci Yurdakul, Isil – Sakar, Nurhan, 2016, Turkki.	Web interface design principles for adults' self-directed learning.	Pyrittiin määrittelemään virtuaalialustan periaatteita, joita voitaisiin käyttää opetusalan virtuaalialustapohjaisen itseopiskelun kehittämisessä aikuisopiskelijoilla.	Kvantitatiivinen- ja kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä. (n = 12, kysely)	Opiskelijat odottavat virtuaalialustan kannustavan säännölliseen opiskeluun, oppimistuloksiin pitäisi voida palata jälkikäteen ja nähdä oma kehittyminen, tekstin tukena tulisi olla kuvia ja videoita tai taulukoita. Opiskelussa tulisi olla valinnan varaa omien kiinnostuksen kohteiden mukaan.

Tiedonhaun tulokset

Tietokanta	Hakusanat, hakusana-yhdistelmät	Valinta- ja poissulkukriteerit	Osumien määrä (kpl)	Valinta otsikon perusteella (kpl)	Valinta tiivistelmän perusteella (kpl)	Valinta koko tekstin perusteella (kpl)
Cinahl	emergency, electric	academic journal, v.2000–2017	172	56	16	9
Cinahl	electric injury	full text, v.2000–2017, academic journal, abstract available, English	28	6	3	1
Cinahl	lightning strike	full text, v.2000–2017, academic journal, abstract available, English	17	4	2	1
Arto	palovamma	v.2000–2017	83	7	3	2
Arto	aitiopaine-oireyhtymä	-	23	3	2	1
Eric	self-learning	full text, v. 2008–2017	61	11	9	3
Tukes-julkaisut	-	v. 2000–2017	68	15	11	3
Terveysportti	sähkövamma	-	25	6	2	1