

Palovamma- ja häkämyrkytyspotilaan tunnistaminen ja ensihoito: oppimateriaali LAB-ammattikorkeakoulun käyttöön

LAB-ammattikorkeakoulu

Ensihoitaja (AMK)

2022

Hanna Saarela ja Heta Martikainen

Tiivistelmä

Tekijä(t) Saarela, Hanna Martikainen, Heta	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 24	Valmistumisaika 2022
Työn nimi Palovamma- ja häkämyrkytyspotilaan tunnistaminen ja ensihoito		
Tutkinto ja koulutusala Ensihoitaja (AMK)		
Tiivistelmä <p>Suomessa kuolee vuosittain kymmeniä, jopa satoja häkämyrkytykseen. Häkää eli hiilimonoksidia muodostuu epätäydellisen palamisen yhteydessä. Häkäkaasu on hajutonta ja väritöntä, sen aistiminen on hankalaa.</p> <p>Useimmiten häkämyrkytyksen syy on asuntopalo tai pakokaasulla yritetty itsemurha. Myös ilmassa on häkää ja liikennepäästöt lisäävät sen pitoisuutta. Asuntopalojen yhteydessä myös muu vammautuminen, kuten palovammat on huomioitava.</p> <p>Häkä sitoutuu hemoglobiiniin happea 200–250 kertaa tehokkaammin, syrjäyttäen hapen ja aiheuttaen oireiston.</p> <p>Häkämyrkytyksen oireisto on epäspesifinen ja häkämyrkytyksen diagnosoiminen voi olla hankalaa. Lieviin oireisiin kuuluu muun muassa päänsärky, pahoinvointi ja huijaus. Vakaviin oireisiin liittyy hengitysvaikeus sekä tajuttomuus.</p> <p>Ensihoidossa on tärkeää tunnistaa tilanne, poistaa uhri altistuksesta ja aloittaa hapenanto. Oireet voivat kehittyä hitaasti ja potilaan seuranta onkin tärkeää.</p> <p>Palovamma ja häkämyrkytys yhdessä aiheuttavat monia huomioitavia ensihoidollisia toimenpiteitä, mm. potilaan happivaje ja kudoshapettumisen häiriöt.</p>		
Asiasanat häkä, hiilimonoksidi, myrkytys, ylipainehappihoito, ensihoito, palovamma, karboksihemoglobiini, happi, hypoksia		

Abstract

Author(s) Saarela, Hanna Martikainen, Heta	Type of Publication Thesis, UAS Number of Pages 24	Published 2022
Title of Publication Identification and first aid of a patient with carbon monoxide poisoning and burn injuries		
Degree and field of study Bachelor of Health Care, Paramedic		
Abstract <p>There die dozens, almost hundreds of people from carbon monoxide poisoning in Finland. Incomplete combustion produces carbon monoxide. Carbon monoxide is an odourless and colourless gas, it is tricky to sense.</p> <p>Carbon monoxide poisoning is usually caused by apartment fire or attempt to suicide with exhaust gas. There is also carbon monoxide in the air and traffic emissions increase its concentration. In apartment fires, other injuries must be pay attention to, like burn injuries.</p> <p>Carbon monoxide binds to hemoglobin 200-250 times better than oxygen. Carbon monoxide displace oxygen, low oxygen levels cause the symptoms.</p> <p>The symptoms of carbon monoxide poisoning are non-specific and diagnosing can be challenging. Mild symptoms are for example headache, nausea and dizziness. Severe symptoms include difficulty in breathing and unconsciousness.</p> <p>It is important to first responders to recognize the situation, move the patient away from the exposure and start oxygenation. Symptoms can develop slowly. That is why patient monitoring is important.</p>		
Keywords Carbon monoxide, carbon dioxide, poisoning, hyperbaric oxygen therapy, first aid, burn/scald, carboxyhemoglobin, oxygen, hypoxia		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Opinnäytetyön toteutus.....	3
3	Palovammat.....	4
3.1	Ulkoiset palovammat	4
3.2	Hengitystiepalovammat	5
3.3	Syaanivety ja akroleiini	7
4	Hiilimonoksidi eli häkä.....	8
5	Häkämyrkytyspotilaan tunnistaminen.....	10
6	Häkämyrkytyspotilaan ensihoito.....	13
6.1	Hengityksen turvaaminen (A - Airway, B - Breathing)	13
6.2	Verenkierto (C – Circulation)	15
6.3	Tajunta (D – Disability, E - Exposure)	16
6.4	Jatkohoito	17
6.5	Ylipainehappihoito	17
6.6	Laboratoriotutkimukset	17
7	Yhteenveto ja pohdinta	19
	Lähteet	20

Liitteet

Liite 1. Käsitteet

Liite 2. Oppimateriaali

1 Johdanto

Häkämyrkytykset ovat edelleen yleisiä ja diagnosointi on haasteellista. Oireet ovat epäspesifisiä ja lieviä oireista ei osata aina epäillä häkämyrkytystä. Lähteestä riippuen Suomessa kuolee häkämyrkytyksiin vuosittain kymmeniä tai jopa satoja ihmisiä.

Häkä eli hiilimonoksidi syntyy epätäydellisessä palamisessa. Häkää ei pysty aistimaan, sillä se on hajuton ja väritön, ilmaa kevyempi kaasu. Häkämyrkytykselle altistaa moottoriajoneuvojen tyhjäkäynti suljetussa tilassa, vialliset polttoaine- tai kaasukäyttöiset (lämmitys)laitteet, taitamaton puulämmitys, runsas tupakointi ja liikennepäästöt. Oireet ovat kuitenkin usein lieviä. Kuolemaan johtaneissa tapaturmissa syynä on useimmiten asuntopalo tai itsemurha (Kuisma, ym. 2018; Salomaa, 2019).

Iso osa tapaturmaisista häkämyrkytyskuolemista sattuu edelleen tulipaloissa, vaikka tulipalokuolemien määrä onkin viime vuosina vähentynyt. Toiseksi eniten tapahtuu pakokaasujen aiheuttamia häkämyrkytyskuolemia, jotka ovat olleet lähes aina itsemurhia. Viime vuosina harvinaisempia syitä tapaturmaisille kuolemaan johtaneille häkämyrkytyksille on ollut mm. Savupiipun tukkeutuminen, liian aikainen tulisijan peltien sulkeminen tai virheellinen neste-kaasulaitteiden käyttö. (Myllynen & Vähäkangas. 2018) Suomessa kuolee vuosittain häkämyrkytykseen kymmeniä ihmisiä. Vuonna 2010 häkämyrkytys oli aiheuttanut 10 kuolemaa. Tulipaloihin liittyneitä kuolemia oli 79. Lisäksi saunakuolemia oli 45 (Suomen virallinen tilasto. 2010). Tilastot eivät kerro liittykö tulipalo- ja saunakuolemiin häkämyrkytystä. Kuitenkin tulipalokuolemista suurin osa aiheutuu häkä- tai palokaasumyrkytyksistä (Kuisma, ym. 2019). On arvioitu, että tulipalon uhreista lähes puolet ovat kuolleet häkä- tai palokaasumyrkytykselle. Kuolemaan johtaneista häkämyrkytyksistä noin puolet ovat itsemurhia, noin 40 % johtuu tulipaloista ja arviolta noin 10 % uunien tai kaasulaitteiden toimintahäiriöistä.

Lievempien häkämyrkytysoireiden tilastointi on hankalampaa epäspesifien oireiden vuoksi, vain noin 70–80 hoitojaksoa häkämyrkytyksen seurauksena tapahtuu Suomen sairaaloissa (Salmenperä & Kuisma. 2004).

Esimerkiksi Yhdysvalloissa noin 430 kuolee tapaturmaisesti häkämyrkytyksissä vuosittain, ja arviolta noin 50 000 hakeutuu sairaalapäivystykseen häkämyrkytyksen takia (CDC, 2021).

Häkäaltistumisia tapahtuu usein kotiloissa, joissa on käytössä kaasuliesiä, puulämmitteisiä takkoja, uuneja tai helloja. Pelastuslaitoksen vuonna 2011 tekemässä tutkimuksessa joka kymmenessä itäsuomalaisessa omakotitalossa mitattiin kohonneita häkäpitoisuuksia ja häkäkaasun lähteenä oli tulisija. Useampi tutkimukseen vastanneista oli myös kokenut häkämyrkytykseen sopivia oireita (Kokki. 2011).

Työmme on toiminnallinen opinnäytetyö, jonka tavoitteena on tuottaa tietopaketti asiasta kiinnostuneille, sekä oppimateriaali LAB-ammattikorkeakoulun opiskelijoille. Pyrimme keräämään kattavasti tietoa useista lähteistä niin palovamma kuin häikämyrkytyksille altistuneista potilaista, heidän tunnistamisestaan ja hoidon aloituksesta. Tarkkaa tilastotietoa on ollut vaikea luotettavasti tuoda työhön mukaan. Mutta muutamien tilastojen varjossa aihe on tärkeä ja tietoisuutta, tunnistamista sekä oikea-aikaisen hoidon aloittamista mm. häikämyrkytys potilaalla epäspesifien oireiden takia tulee lisätä.

2 Opinnäytetyön toteutus

Tarkoituksena on tuottaa toiminnallinen opinnäytetyö, jonka pohjalta laaditaan oppimateriaali LAB –ammattikorkeakoululle. Tavoitteena on antaa selkeä ja kattava materiaali tulevien ensihoitaja opiskelijoiden opettamiseen ja käyttöön. Aiheen valintaan vaikuttivat oma mielenkiinto koskien häämyrkytys- ja palovammapotilaita. Lisäksi häämyrkytyksen tunnistaminen voi olla haastavaa, joten tiedon lisääminen auttaa tilanteen tunnistamisessa ja hoitotoimiin ryhtymisessä. Kyseessä voi olla hengenvaarallinen tila, johon tulee osata reagoida.

Toteutustapana on luoda opinnäytetyön pohjalta oppimateriaali PowerPoint-muodossa, jota voidaan hyödyntää opetuksessa. Vilkan ja Airaksisen (2004) mukaan opinnäytetyön olisi hyvä olla työelämälähtöinen, käytännönläheinen myös alan teoretiedon ja opittujen taitojen hallintaa osoittava. Toiminnallisessa opinnäytetyössä tavoitteena on yhdistää teoretietoa ja osaamista, jonka pohjalta saada laaja, selkeä kokonaisuus. Sekä herätellä opinnäytetyön tekijöitä pohtimaan asioita kriittisesti.

Tiedonhaun prosessi

Tietolähteinä on käytetty useampia tietokantoja kuten Bubmed, Medic ja Sciencedirect. Tietokantahakusanoina käytimme hää, hiilimonoksidi, ensihoito, karboksihemoglobiini, palovamma, ylipainehappihoito, carbon monoxide, carboxyhemoglobin, ja näistä sanoista lyhenteitä, joilla voisi olla mahdollisuus saada laajennettua hakua. Suomenkielisistä lähteistä Duodecim on tarjonnut useita hyviä artikkeleita, joista käsihakuna löysimme alkuperäislähteitä. Monissa lähteissä ilmenee samat asiantuntijat. Joihinkin alkuperäislähteisiin emme onnistuneet pääsemään käsiksi, mutta tietoa löytyi hyvin. Luotettavia tilastoja oli vaikea saada, sillä yleensä niissä ei otettu kantaa tarkempaan syyhyn, esim. häämyrkytys kuolleisuus. Lisäksi tietolähteenä on toiminut Ensihoito-kirja, josta olemme saaneet paljon tietoa ja käsihaulla etsittyä lisää lähteitä ja kirjallisuutta. Palovammoista sekä niiden hoidosta löytyy paljon kirjallisuutta, mutta häämyrkytyksen osalta tieto on suppeampaa, hajanaisempaa ja varsinkin suomenkieliset lähteet ja tieto rajallista, usein samojen kirjottajien luomia artikkeleita. Pyrimme etsimään monenlaisista lähteistä todennettua tietoa. Tarkastelimme artikkeleiden lähteitä, jolloin saimme käsihaun kautta lisää materiaalia omaan työhömmee.

3 Palovammat

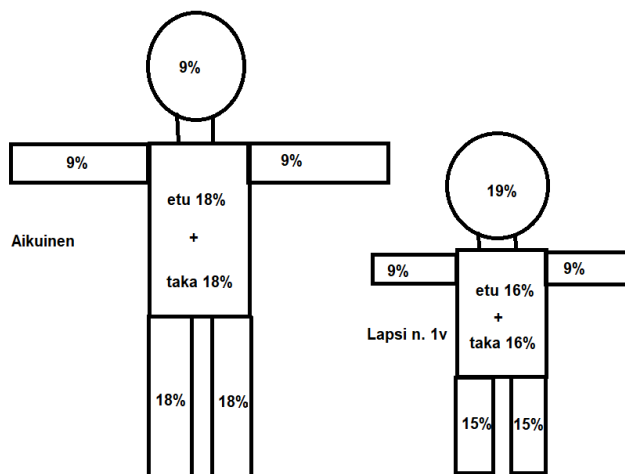
3.1 Ulkoiset palovammat

Tulipalosta pelastetulta tulee huomioida mahdolliset muut vammat, kuten palokaasuinha-laatiot, hengitystie- ja ulkoiset palovammat.

Palovammapotilaista noin 1000 vaatii sairaala hoitoa, joista 50–60 tehohoitoa. Avohoidossa hoidettavia vammoja arviolta yli 20 000 (Jäntti, ym. 2020).

Palovammoja aiheuttavat liekki, kuuma neste tai höyry, syövyttävät aineet ja sähkö. Tulipa-loissa aiheutuneet palovammat ovat usein sekundäärisiä. Potilas tuupertuu ensin häikämyr-kytyksen ja savukaasualtistumisen vuoksi. Tällaisissa tilanteissa ensihoidossa keskitytään potilaan hengityksen ja happeutumisen turvaamiseen.

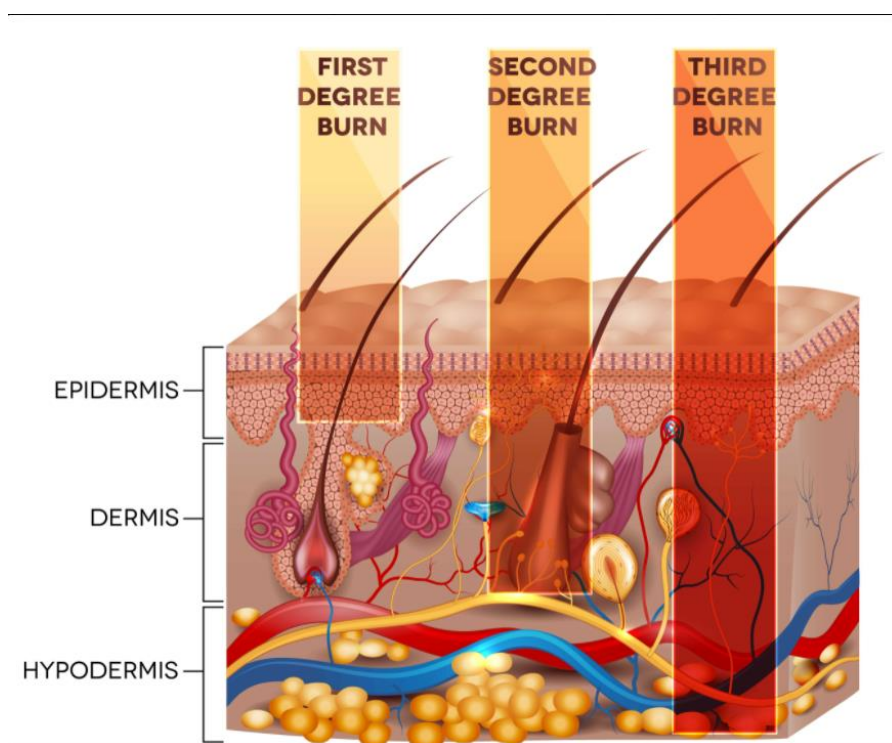
Palovammojen vakavuus riippuu palovammojen koosta, syvyydestä ja sijainnista. Koon las-kemiseen voidaan hyödyntää prosenttiosuuksia, joissa kehon eri osat on jaoteltu (kuva 1). 1 % vastaa noin kämmenenkokoista aluetta, sormet mukaan luettuna. Lapsen vartalon suh-teet ovat erilaiset kuin aikuisen, esimerkiksi pää suhteessa muuhun vartaloon on isompi, siksi myös prosenttiosuudet ovat erilaiset (Kuisma, ym. 2018; 579–581).



Kuva 1: Yhdeksän prosentin sääntö; palovamman laajuuden laskeminen prosentteina.

Syvyyden luokittelussa palovammat jaetaan kolmeen asteeseen (kuva 2). Ensimmäisen asteen palovammassa ihon pinta on palanut, iho on kuiva ja punoittava. Rakkuloita ei muodostu. Toisen asteen palovamma voi olla joko pinnallinen tai syvä. Pinnallisessa vammassa

palovamma ulottuu dermiksen yläosaan. Vamma on punoittava, muodostuu rakkuloita, mutta vitaalireaktio on positiivinen; painettaessa vaurioitunutta kohtaa veri pakenee, mutta palaa paineen väistyessä. Dermiksen vaurioituessa lähes kokonaan on kyseessä syvä toisen asteen palovamma. Se on punoittava, rakkuloita ei muodostu. Kiputuntemusta ei välttämättä ole, sillä se on tuhonnut hermostoa. Kolmannen asteen palovammat ulottuvat subcutistasolle (ihon alle) asti tai jopa lihakseen, jännteeseen tai luuhun. Vamma on punoittava tai kellertävä. Kudos voi olla myös hiltynyt mustaksi. Kolmannen asteen palovammat vaativat kirurgista hoitoa. Asuntopaloissa liekkivammat aiheuttavat yleensä syviä toisen ja kolmannen asteen vammoja.



Kuva 2: Palovamman syvyys ja luokittelu (Heninger. 2021)

Palovammat kiihdyttävät elimistön aineenvaihduntaa. Hapen sekä energian kulutus kasvaa ja hiilidioksidin tuotto lisääntyy, tästä seuraa potilaan hengityksen tarpeen suureneminen. Palovammat yhdessä häämyrkytyksen kanssa ovat potilaalle suuri riskitekijä, sillä hapenkuljetuskyky on heikentynyt ja hapentarve lisääntynyt (Hult. 2016. Kuisma. ym. 2018; 581–583).

3.2 Hengitystiepalovammat

Palokaasut sisältävät yli kaksisataa myrkyllistä yhdistettä, joista vaarallisimpia ovat syaanivety, häkä ja akroleiini. Häkä ja syanidi hengitettynä aiheuttaa systeemisen myrkytystilan, huoneistopaloista pelastetuilla potilailla syanidi – ja häämyrkytys esiintyvät usein yhtä

aikaa (Hult. 2020). Nykyään palokaasut ovat hyvin vaarallisia, sillä synteettiset rakennusaineet ja sisustusmateriaalit sisältävät palaessaan toksisia yhdisteitä. Palokaasuinhalaatiot ovat alidiagnostoituja ja usein potilaan diagnoosina on ainoastaan häikämyrkytys. Tyypillisiä oireita lyhyessä palokaasuallistuksessa ovat yskänäräytys ja keuhkoputkien supistumistila (Kuisma. ym. 2018; Salmenperä. ym. 2004).

Hengitystiepalovamma syntyy kahdella mekanismilla; lämpövaikutuksesta tai kemiallisella mekanismilla. Mutta jaetaan kolmeen eriluokkaan: kurkunpään ylä- ja alapuolisiin vammoihin ja systeemiin myrkytystiloihin (Hult. 2020). Lämpövaikutuksessa palovamma keskittyy ylempiin hengitysteihin, nenänieluun ja kurkunpään limakalvoille. Syntymekanismi on verrattavissa ihopalovammoihin. Kuuma sisään hengitetty ilma aiheuttaa palovamman, josta seuraa paikallista turvotusta ja tämä voi johtaa ylähengitysteiden tukkeutumiseen (Hult. 2020). Ilma jäähtyy kumminkin nopeasti ennen alempia hengitysteitä, joten lämpövaikutuksesta johtuvat vauriot keskittyvätkin siksi ylempiin hengitysteihin. Kurkunpään alapuolisten inhalaatiovammojen takana onkin yleensä myrkyllisten savukaasujen aiheuttama kemiallinen vaurio, eikä niinkään kuumudesta aiheutunut limakalvojen vaurio. (Hult. 2020) Kemiallisella mekanismilla limakalvoturvotus lisääntyy, värekarvat lamaantuvat ja hengitystiet tukkeutuvat asteittain. Kemiallisessa mekanismissa savu ja muut palokaasut kulkeutuvat alempiin hengitysteihin, sitoutuessaan vesihöyryn kanssa ne voivat muodostaa myrkyllisiä happoja sekä emäksiä ja näin vauriot ovat entistä vakavampia. Kulkeutuessaan hengitysteissä, vammauttavat ne myös ylempiä hengitysteitä, jolloin hengitystiet tukkeutuvat turvotuksen takia (Takki, ym. 1980).

Yhteenvetona, Ylähengitystiepalovammat liittyvät aiemmin mainittuun lämpövaikutuksena syntyviin vammoihin ja alahengitystiepalovammat kemialliseen vammautumiseen. Systeemisillä hengitystiepalovammoilla tarkoitetaan lähinnä häikä- tai syanidimyrkytystä. Myrkytystila on vaarallinen ja voi aiheuttaa tajuttomuutta tai jopa potilaan kuoleman (Hult. 2016).

Hengitystiepalovammaan viittavia löydöksiä ovat muun muassa käheä ääni, palovammat kasvojen alueella, palaneet nenäkarvat tai nokeutuneet hengitystiet. Suussa voi ilmetä rakuloita, syljen erityis on lisääntynyt ja limakalvot ovat turvoksissa ja punoittavat. Potilas voi olla sekava syntyneen hapenpuutteen takia. Jos potilas on vammautunut asuntopalossa tai muussa suljetussa tilassa, on syytä epäillä hengitystiepalovammaa. (Hult. 2016; Kuisma. ym. 2018; 583).

3.3 Syaanimivety ja akroleiini

Syaanimivety

Muun muassa villan, silkin, polyuretaanin ja synteettisen kumin palaessa muodostuu syaanimivetyä ja sen suoloja eli syanideja. Huoneisto-/asuntopalosta pelastetulla potilaalla on syytä epäillä syanidimyrkytystä palokaasuinhalaation seurauksena. Syanidimyrkytys on todella vaarallinen, sillä syanidit estävät kudosten happeutumisen estämällä solujen toimintaa niin, etteivät ne kykene käyttämään happea energian tuotantoon. Keskushermosto-oireet tai huonosti hoitoon reagoiva metabolinen asidoosi ovat tyyppi oireita syanidi myrkytyksessä. Oireettomat syanidi myrkytyspotilaat eivät tarvitse spesifiä hoitoa kudosten hapensaannin turvaamisen lisäksi (Hult. 2020). Potilas kärsii yleensä samanaikaisesti häämyrkytyksestä, ja jo edelleen heikentynyt hapenkulkeutuminen johtaa kudoshypoksiaan. Syanidimyrkytyksessä potilaan oireina ovat muun muassa tajuttomuus, hypotensio sekä metabolinen asidoosi.

Koska solut eivät kykene hyödyntämään happea, energiaa tuotetaan anaerobisesti eli hääpottomasti, jolloin muodostuu laktaattia. Korkea laktaattiarvo viittaa enemmän syanidimyrkytykseen kuin häämyrkytykseen. Laktaattiarvon ollessa > 8 mmol/l on syytä epäillä vakavaa syanidimyrkytystä. Syanidin vasta-aineena eli antidoottiina toimii hydroksikobalamiini (B12-vitamiinin esiaste). Se sitoutuu syanidiin muodostaen syanokobalamiinia, joka erittyy virtsan kautta ulos elimistöstä. Ensihoidossa hydroksikobalamiinia (kauppanimeltään Cyanokit®) annetaan, jos on syytä epäillä syanidimyrkytystä. Hydroksikobalamiinia annetaan 5 g suonensisäisesti 10 min infuusiolla mahdollisimman pian altistumisesta. Annos voidaan tarvittaessa toistaa, jos oireisto tai myrkytys on vakava. (Salmenperä. ym. 2004; Mylärniemi. ym. 2006)

Akroleiini

Akroleiini syntyy orgaanisten aineiden palamisessa, kuten muovien, puun, rasvan ja kasvimateriaalin palamisessa. Altistus akroleiinille tapahtuu useimmiten hengitettäessä kaasua. Riittävä altistusaika ja pitoisuus aiheuttavat oireita, joita ovat muun muassa hengitysvaikeus, yskä, kurkkukipu ja silmä-ärsytys. Aine luokitellaan syövyttäväksi ja se voi aiheuttaa ihoärsytystä, rakkuloita ja palovammoja. Muita oireita ovat muun muassa pahoinvointi, polttava tunne ja kouristukset. Ensiapuna altistuksen poistaminen ja hengityksen turvaaminen (Työterveyslaitos. 2021).

4 Hiilimonoksidi eli häkä

Hiilimonoksidi (CO) on soluissa esiintyvä säätelymolekyyli. Häkä mielletään myrkylliseksi kaasuksi, mutta sitä muodostuu myös luonnollisesti aineenvaihdunnassa. Se on hermoston välittäjäaine, joka vaikuttaa verenkierron ja verenpaineen säätelyssä (DE Stec. 2018).

Hiilimonoksidi eli häkä muodostuu hiilivetyjen epätäydellisessä eli vähähappisessa tai erittäin korkeiden lämpötilojen palamisessa (Hult. 2020). Häkä on yleensä epätoivottu palamistuote. Ulkoilmassa hiilimonoksidia on alle 0,001 % ja se ei tällöin ole ihmiselle haitallista. Jokaisella on veressä noin 1–3 % hemoglobiiniin sitoutunutta häkää. (Kuisma. ym. 2019;616). Suurin osa ulkoilmassa olevasta häästä on peräisin liikenteestä (Salmenperä, ym. 2004).

Tupakoimattomalla ja kaupunkialueen ulkopuolella asuvalla henkilöllä karboksihemoglobiini (COHb) pitoisuus on 0,4–1,0 %. Kun taas asumuskeskuksessa liikenneverkostojen ympäristössä pitoisuus voi nousta jopa 5 %:n. Paljon tupakoivalla henkilöllä pitoisuus saattaa lähennellä melkein 15 %:a (Olson. 2008).

Hengitettäessä hiilimonoksidipitoista ilmaa, hiilimonoksidi kulkeutuu potilaan keuhkoihin ja sieltä keuhkorakkuloiden kautta vereen, sitoutuen punasolujen hemoglobiiniin hapen sijasta. Hiilimonoksidi sitoutuu hemoglobiiniin 200–250 kertaa tehokkaammin kuin happi, muodostaen karboksihemoglobiinia (COHb). (Työterveyslaitos 2019; Salmenperä, ym. 2004) Veren hapenkuljetuskyky heikkenee, hapen luovuttaminen kudoksille estyy ja vereen liuennut häkä estää soluhengitystä (Hult. 2020). Tämä johtaa alentuneeseen happipitoisuuteen ja hypoksiaan. Hiilimonoksidi vähentää myös hapen vapautumista kudoksiin. Hiilimonoksidi voi kulkeutua myös soluihin aiheuttaen häiriöitä solumetaboliassa (Dean. 2017; Fimlab 2021). Oireita alkaa syntyä, kun karboksihemoglobiinin osuus on 20 % (Salomaa. 2019)

Häkäpitoisuuksia ilmoitetaan ppm (parts per million), mg/m³ tai prosentteina (%) ilmasta. Erilaisia taulukoita ja mittausmenetelmiä löytyy monia. Myrkytyksen vakavuutta arvioidaan muun muassa häkäpitoisuudella prosentteina veressä (Työterveyslaitos 2019).

Häkämyrkytyksen patofysiologiaa tarkemmin

Hemoglobiini on rautamolekyyleistä muodostuva valkuaisaine eli proteiini. Sen pääasiallinen tehtävä on kuljettaa happea kudoksille ja vastaavasti siirtää soluhengityksen yhteydessä muodostunutta hiilidioksidia pois (Nykopp. 2015). Happimolekyyli, O₂, sitoutuu hemoglobiinin hemirakenteen rautaosaan. Yksi hemoglobiini voi kuljettaa 4 happimolekyylia.

Happi sitoutuu hemoglobiiniin keuhkoissa vallitsevassa korkeassa happiosapaineessa. Hapen luovutus kudoksille perustuu diffuusion, jossa happi siirtyy korkeammasta osapaineesta pienempään (Guyton & Hall. 2000).

Häkä eli hiilimonoksidi CO sitoutuu hemoglobiinin rauta-atomeihin lähteestä riippuen noin 200–250 kertaa tehokkaammin kuin happi, muodostaen karboksihemoglobiinia (COHb). Happi irtautuu hemoglobiinista herkemmin, riippuen happipitoisuudesta. CO sen sijaan ei irtoa hemoglobiinista herkästi ja näin ollen vain kasvattaa hapenpuutetta. Karboksihemoglobiinin toinen vaikutus on se, että vähentyneen hapen takia, happea ei siirry kudoksille, sillä siirtyminen perustuu aineiden osapaine-eroihin. Näin ollen kudosten hapenpuute vain kasvaa (Itälinna. 2013).

Veressä on myös noin 1 % hiilimonoksidia liukenevassa muodossa, sen merkitys myrkytysoireissa on nykytutkimusten mukaan oletettua suurempi.

Karboksihemoglobiinin aiheuttama hapenpuute vaikuttaa soluhengityksen lamautumiseen keskushermostossa ja sydänlihaksessa. Lamauttaessaan sydänlihaksen toimintaa, minuuttitilavuus pienenee ja heikentää entisestään kudosten hapensaantia. Jos häkäaltistumista tai myrkytystä ei päästä ajoissa hoitamaan, seurauksena on lopulta hengityksen ja verenkierron loppuminen (Kuisma, ym. 2018; 616).

5 Häkämyrkytyspotilaan tunnistaminen

Häkämyrkytyspotilaan oireet ovat epäspesifisiä ja moninaisia ja häkä vaikuttaa yleensä aivojen- ja sydämentoimintaan. Karboksihemoglobiinitasot eivät aina korreloi oireistoon. Häkämyrkytykselle herkimpiä potilasryhmiä ovat vanhukset, raskaana olevat, lapset ja tietyn perussairauden omaavat, esimerkiksi sepelvaltimotaudista kärsivät potilaat. Oireita alkaa muodostua, kun COHb-pitoisuus veressä on $\geq 10\%$ (Olson. 2008). Jatkuva altistuminen hiilimonoksidille voi pahentaa sydänsairauksien oireita sepelvaltimotautia sairastavilla potilasryhmillä (Myllynen & Vähäkangas. 2018)

Voimakas altistuminen hiilimonoksidille raskauden aikana, voi johtaa sikiön vaurioitumiseen tai kuolemaan (Työterveyslaitos). Istukan läpi häkä kulkeutuu nopeasti sitoutuen tehokkaammin sikiön hemoglobiiniin kuin aikuisen. Sikiö kärsii pahemmasta hapenpuutteesta kuin äiti (Tuomisto. 2020). Sikiön karboksihemoglobiinipitoisuus voi olla jopa 10–15 % suurempi kuin äidillä.

Häkämyrkytyspotilaan oireisto jaetaan välittömiin ja viivästyneisiin oireisiin. Välittömät oireet esiintyvät myrkytyksen alkaessa ja häälle altistuessa. Viivästyneitä oireita voi ilmetä potilaalla 2–40 päivän kuluttua.

Ensimmäisiä oireita häkämyrkytyksessä ovat päänsärky (keskeisin oire), pahoinvointi, huihaus, sekavuus ja hengenahdistus, sekä näköhäiriöt, korviensoiminen, oksentelu, kuume ja väsähtäneisyys. Häkäaltistuksen edetessä potilas voi olla takykardinen (sydämen nopea lyöntisyys), rintakipuinen ja tajunnantaso alentunut, hengitystaajuus sekä verenpaine kohonnut. Näistä oireista ainoastaan tajunnan menetyksellä on annos-vastesuhde karboksihemoglobiinin pitoisuuteen. (Myllynen & Vähäkangas. 2018)

Vaikeissa myrkytyksissä potilas voi olla tajuton, kouristella ja verenpaine romahtaa. Hyperglykemia ja metabolinen asidoosi ovat tavanomaisia löydöksiä. Ja potilaat menehtyvätkin verenkierto- ja hengityslamaan. (Myllynen & Vähäkangas. 2018)

Huomiona muistettakoon, Matalillakin ilman hiilimonoksidipitoisuuksilla tajuttomuus voi olla ensimmäinen oire, ilman että, olisi muita varoittavia ennakko-oireita.

Viivästyneistä oireista on raportoitu muun muassa virtsan- ja ulosteenpidätyshäiriöitä, heikentynyttä toimintakykyä, puheentuoton vaikeutta ja motorisia häiriöitä. On raportoitu myös persoonallisuuden, muistin ja keskittymisen häiriöitä. Viivästyneitä oireita saa 12–50 % häkämyrkytyspotilaista (Kuisma, ym. 2018;617–618; Salmenperä, ym 2004). Myös maininta häkämyrkytyksen viivästyneestä oireesta on, viivästynyt neuropsykiatrinen syndrooma

(DNS, delayed neuropsychiatric syndrome), joka saattaa ilmetä nopeastikin muutaman tunnin päästä altistumisesta tai vasta muutamien viikkojen jälkeen.

Häkämyrkytys aiheuttaa terveydelle vaarallisia muutoksia aivorungon, pikku- ja isoaivojen hermotumakkeissa ja -radoissa (Siirala, ym. 1946).

Alla olevissa taulukoissa esitettynä hään pitoisuus veressä ja myrkytyksen vakavuuden luokittelu sekä pitoisuutta vastaava oirekuva. Viimeisessä taulukossa nähtävillä altistusaika ja oireiston voimakkuus.

COHb-pitoisuus (%) veressä ja muu oireisto	Myrkytyksen luokittelu
yli 25	Vakava myrkytys
10,1–25	Myrkytys
alle 10 Neurologisia oireita ja löydöksiä	Myrkytysepäily
alle 10 Ei neurologisia oireita tai löydöksiä	Ei Myrkytystä

(Kuisma, ym. 2018; 617)

COHb-pitoisuus (%) veressä	Oirekuva
10–20	Lievä päänsärky, hengästymistä rasituksessa
20–40	päänsärky, huimaus, pahoinvointi, voimattomuus, kasvojen punakkuus, pyörtyminen rasituksessa
40–60	Levottomuus, sekavuus, tajuttomuus; kuolema mahdollinen
60–80	Syvä tajuttomuus, hengitysvaikeus
80 tai yli	Nopea kuolema

(Kuisma, ym. 2018)

Häkäpitoisuus	Altistumisaika	Oireisto
50 ppm (58 mg/m ³)	-	Lieviä muutoksia sydämen ja hermoston toiminnassa
200ppm (230 mg/m ³)	noin 1 h	Voimakas päänsärky

500 ppm (580 mg/m ³)	noin 20 min	Voimakas päänsärky
1000–10 000 ppm (1 160–11 600 mg/m ³)	noin 10 min	Huimaus, hengästyneisyys, pahoinvointi, päänsärky Altistumisen jatkuessa (10-45min) → kuolema

(Työterveyslaitos. Hiilimonoksidi. 2019)

Häkämyrkytystä on syytä epäillä herkästi, mikäli potilas on mahdollisesti altistunut palokaasuille, kuten puulämmitteinen talo. Koska pelkästään oireilla on vaikea arvioida häkämyrkytyksen vaarallisuutta, on tapahtumatiedot ja altistusaika saatava selville mahdollisimman tarkoin. Esimerkiksi kirjallisuudessa mainittavat helakanpunainen iho ja syanoosi ovat hyvin harvinaisia oireita. Tärkeää on myös muistaa mahdolliset muut vammautumiset, kuten palokaasuinhalaatiot ja palovammat (Kuisma, ym. 2018; 617).

6 Häkämyrkytyspotilaan ensihoito

Ensihoidon tärkeä tehtävä on selvittää tapahtumatiedot, häkämyrkytyksen oireiston epäspesifisyyden vuoksi. Häkämyrkytyksen aiheuttaa usein taitamaton puunlämmitys, kaasuliedet tai pakokaasut. Monesti pakokaasuallistuksessa on tarkoituksenmukainen itsemurhayritys. On tärkeää myös huomioida muut mahdolliset vammautumiset, kuten esimerkiksi tulipalotilanteessa syntyneet mahdolliset palovammat tai syanidimyrkytys. Potilas on voinut saada sairauskohtauksen ja sen seurauksena häkäaltistuksen esimerkiksi päälle jääneen liedien takia. Häkämyrkytyspotilaista yli puolet on kirjallisuuden mukaan alkoholin vaikutuksen alaisena.

Häkämyrkytystä on syytä epäillä, jos suljetussa tilassa on joku häkää tuottava laite, esimerkiksi puulämmitys. Oireisto voi olla samankaltainen myös muista syistä. Ensiapuna on altistumisesta poistuminen (Salomaa. 2019).

Ensihoidossa on myös muistettava oma turvallisuus. Myrkylliset palokaasut ja aineet voivat aiheuttaa vaaratilanteen auttajille (Kuisma, ym. 2018; 122).

Ensihoitoyksiköiden varustukseen kuuluukin nykypäivänä ilman häkäpitoisuutta mittaava häkämittari. Tämä on oman työturvallisuuden, sekä mahdollisten häkäaltistumisien tunnistamiseksi.

6.1 Hengityksen turvaaminen (A - Airway, B - Breathing)

Häkä poistuu elimistöstä ulos hengitettäessä. Hään poistumiseen vaikuttavat hengityksen minuuttitilavuus, sisäänhengitysilman happipitoisuus sekä altistuksen kesto eli paljon hiilimonoksidia on kerennyt kertyä elimistöön (Kuisma, ym. 2018; 616).

Ensitoimena potilas tulee siirtää pois altistuksesta raittiiseen ilmaan. Ensihoidon tulee muistaa myös oma turvallisuus. Koska häkä poistuu uloshengittämällä, ensimmäinen tärkeä hoitotoimenpide on hengityksen turvaaminen. Jos potilas on levoton, häntä tulee rauhoitella, sillä levottomuus lisää hapenkulutusta. Tajuissaan oleva potilas on hyvä laittaa istuvaan tai puoli-istuvaan asentoon.

Häkämyrkytyksessä ainoa spesifinen hoito on hapenanto. Tajuissaan olevalle ja spontaanisti hengittävälle potilaalle annetaan 100-prosenttista happea varaajamaskilla. Jos varaajamaskia ei ole käytössä, voidaan happi annostella ventiloitinaamarin kautta, johon on kytketty hengityspalje ja hapenkeräyspussi. Ensihoitaja tai potilas itse käyttää tällöin paljetta.

Normaalia happimaskia käyttämällä ei päästä 100 % hapenantoon ja siksi tätä ei tule käyttää häkämyrkytyspotilailla. Normaaleilla maskeilla päästään noin 60 % hapenantoon.

Happihoito tulee antaa potilaille, jonka COHb pitoisuus on > 10 % tai potilaalla ilmenee oireita. Happea antamalla COHb:n puoliintumisaika lyhenee huomattavasti. Huoneilmalla hengittäessä COHb:n puoliintumisaika on 4–6 tuntia, 100-prosenttisella hapenannolla puolestaan 40–80 minuuttia. Ylipainehappihoidolla päästään jopa 15–30 minuuttiin.

Tajuttoman potilaan kohdalla tulee varautua intubointiin. Intubointiin on myös hyvä varautua ajoissa, jos kyseessä on palovammapotilas (Kuisma, ym. 2018; 618; Salmenperä & Kuisma. 2004).

Palovammaa epäiltäessä tulee intubointi suorittaa varhain, sillä hengitysteiden turpoaminen voi tapahtua muutaman tunnin sisällä. Palovammaan hengitysteissä viittaa palovammat kasvoilla, suussa ja limakalvoilla oleva noki sekä palaneet nenäkarvat (Kuisma, ym. 2018; 583).

Intuboitua potilasta ventiloidaan hengityspalkeella, johon on yhdistetty hapenkeräyspussi, hapenkeräyspussiin ohjataan 15 l/min happea. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää siirtoventilaattoria, mikäli sellainen on käytössä, sisäänhengityksen happipitoisuus on tällöin 100 % (Kuisma, ym. 2018; 618).

Tulee muistaa, että saturaatioarvoa tarkastellessa normaali pulssioksimetria ei tunnista karboksihemoglobiinia hapekkaasta oksihemoglobiinista vakavassakaan myrkytyksessä. Hap-saturaatio kertoo siis, kuinka suuressa osassa hemoglobiinia on sitoutunut happimolekyyli. Normaali valtimoveren happisaturaatio on yli 95 %. Normaali pulssioksimetria ei siis erota onko hemoglobiiniin sitoutunut happimolekyyli vai hiilimonoksidimolekyyli (CO).

Hään mittaamiseen on käytössä häkäpulssioksimetria (SpCO), sen toiminta perustuu usean aallonpituuden kalibrointiyhtälöön, jonka avulla saadaan prosentuaalinen arvio valtimoveren karboksihemoglobiinista. Toiminta on samankaltainen pulssioksimetrian (SpO₂) kanssa. Sen käyttö ensihoidossa on suositeltavaa ja sillä voidaan mitata myös tajuttoman tai intuboidun potilaan COHb-pitoisuus. Virhelähteitä voi aiheuttaa voimakkaat lämpötilan, pH:n tai happisaturaation muutokset.

Häkäpitoisuuden mittaamiseen hyödynnetään myös muita mittausmenetelmiä. Uloshengitysilman loppuosan COHb-pitoisuuden mittaus voidaan tehdä hereillä olevalle ja yhteistyökykyiselle potilaalle. Uloshengitysilman COHb-pitoisuuden on todettu vastaavan verestä saatuja pitoisuuksia. Valtimoverestä määritetty COHb-pitoisuus on kuitenkin tarkin ja yleensä se voidaan ottaa vasta sairaalassa. Jos on tiedossa tarkka altistumisen loppuajankohta, voidaan laskennallisesti arvioida COHb-huippupitoisuus, tiedossa olevien puoliintumisaikojen puitteissa. (Kuisma, ym. 2018; 128, 132, 617–618).

6.2 Verenkierto (C – Circulation)

Huonokuntoisille tai potilailla, joilla on alentunut tajunnantaso, aloitetaan nestehoito kirkaalla, mielellään Ringerin tyyppisellä liuoksella. Nesteyttäminen tulee erityisen tärkeäksi tilanteessa, jossa potilaalla on myös palovammoja.

Tällöin potilaalle tulee asettaa kaksi mahdollisimman isoa laskimokanyyliä palamattomaan kohtaan ja aloittaa nesteytys 1000 ml/h. Laajoissa palovammoissa vaurioalueiden tulehdusvälittäjäaineet aiheuttavat nesteen kertymisen verenkierrosta soluvälitilaan, jolloin verenpaine laskee ja vamma-alueilla kudosturvotus lisääntyy. Yli 20 % ihon pinta-alasta kattavissa palovammoissa tämä mekanismi leviää koko elimistöön ja nestehoito tulisi aloittaa viipymättä. Nesteytyksen voi suorittaa myös intraosseaalilyhteyden kautta, mikäli perifeerisiä kanyyleja ei saada potilaalle (Hult. 2016; Kuisma, ym. 2018; 584–585).

Palovammapotilaan ensimmäisen vuorokauden nestehoidossa hyödynnetään Parklandin kaavaa:

TBSA-% = total burnt surface area. Laajuuden arvioinnissa voidaan käyttää 9 % sääntöä.

$4 \text{ ml/kg} \times \text{TBSA-\%} \times \text{potilaan paino (kg)} = \text{Ensimmäisten 24 tunnin aikana tarvittava nestemäärä.}$

Puolet saadusta nestemäärästä annetaan ensimmäisten 8 tunnin aikana ja puolet seuraavan 16 tunnin aikana (Hult. 2016).

Lääkehoito

Häkämyrkytyspotilaan ensisijainen lääkehoito on hapenanto. Tulee muistaa, että esimerkiksi asuntopaloissa on todennäköisesti altistunut myös muille palokaasuille, kuten syaanivedylle. Luotettavaa diagnostista testiä ei ole erottamaan häkämyrkytystä syanidimyrkytyksestä, mutta hoidon alku on samanlainen, hengityksen turvaaminen. Syanidimyrkytykseen viittaa suljetusta tilasta pelastetun potilaan tajuttomuus, hypotensio ja asidoosi sekä kohonnut laktaattiarvo (> 10 mmol/l).

Syanidimyrkytyksessä spesifenä hoitona käytetään hydroksikobalamiinia (Cyanokit®). Hydroksikobalamiini sitoutuu syanidiin muodostaen myrkytöntä syanokobalamiinia eli B12-vitamiinia (Kuisma, ym. 2018; 620–621).

Hydroksikobalamiinin hoitoannos on 5 g. Kuiva-ainepakkaus annostellan ohjeesta riippuen 200 ml:aan liuototinta, esimerkiksi NaCl 0,9 %. Infuusio annetaan noin 15 minuutin infusiona laskimoon. Aikuisilla vakavissa myrkytyksissä voidaan infuusio tarvittaessa toistaa, tällöin

infuusionopeus 15 minuutista 2 tuntiin, riippuen potilaan voinnista. Hydroksikobalamiinin enimmäisannos kuitenkin 10 g. Lapsilla ja nuorilla aloitusannos 70 mg/kg, mutta enintään 5 g (Pharmaca Fennica. 2018).

Palokaasuille altistuessa, pyritään ehkäisemään myös keuhkoputkien supistustila. Voidaan antaa esimerkiksi inhaloitavaa beetasympatomimeettiä. Se relaxoi keuhkoputkia. Esimerkiksi 5 mg inhaloitavaa salbutamolia. Voimakkaassa ylähengitystieärsytyksessä voidaan antaa inhaloituna esimerkiksi raseemista adrenaliinia. Sen vaikuttava aine levoadrenaliini laskee tehokkaasti turvotusta (Kuisma, ym. 2018; 259, 527, 620).

Aiemmin oli suositeltavaa käyttää kortikosteroideja palokaasuinhalaatioiden yhteydessä. Kortikosteroidit vaimentavat tulehdusreaktiota. Niiden ennakoivaa käyttöä ei kuitenkaan suositella, sillä ei ole riittävästi tieteellistä näyttöä niiden hyödyistä (Kuisma, ym. 2018; 621).

Kipulääkitys on tärkeää etenkin palovammapotilaan kohdalla. Kivut yltyvät nopeasti. Kipu on elimistölle haitallista, vapautuneet stressihormonit nostavat syke- ja hengitystaaajuutta, lisäksi kipu on varsin epämiellyttävä potilaalle. Lisääntynyt syke- ja hengitystaaajuus ovat haitallista hengitysvaikeudesta kärsivälle. Kivunhoito lievittää kiputuntemusta ja rauhoittaa potilasta. Palovammapotilaalle voidaan antaa esimerkiksi morfiinia tai oksikodonia suonensisäisesti. Aikuiselle annettava annos morfiinia on 3–5 mg, oksikodonia 3–4 mg tarvittaessa toistaen. Palovammojen yhteydessä ei suositella lihakseen tai ihon alle pistämistä, sillä palovammojen takia häiriintynyt verenkierto voi vaikuttaa lääkkeiden imeytymiseen (Kuisma, ym. 2018; 569, 584).

6.3 Tajunta (D – Disability, E - Exposure)

Potilaan tajuntaa tulee seurata. Jos potilas on pelastettu asuntopalosta, ja saanut palovammoja, voi tajunta laskea myös yllättäen. Turvotus ja kipu lisääntyvät nopeasti. Alentunut tajunta tai sekavuus voivat viitata palokaasuinhalaatioon ja mahdolliseen häikämyrkytykseen. Alentuneen tajunnan syy voi olla myös päihdyttävät aineet.

Potilas on hyvä paljastaa, jotta voidaan arvioida vammojen laajuus. Palosta pelastetun potilaan vaatteet kannattaa ottaa pois ja sulkea pussiin, sillä niistä voi vapautua vielä myrkyllisiä aineita. Potilaan lämpötiloudesta tulee huolehtia, laajat palovammat jäähdyttävät potilaan nopeasti.

Potilaan siirtoa voidaan alkaa valmistelemaan, kun hengitystie on turvattu ja vitaalielintoiminnot stabilisoitu. Matkalla tulee myös varautua muuttuvaan tilanteeseen, potilaalla tulee olla riittävästi suonikanyyleja ja mahdollisia lääkkeenantoreittejä muuttuvien elintoimintojen

vuoksi. Tajunnan häiriöihin tulee suhtautua vakavasti (Hult M. 2016, Kuisma, ym. 2018; 585–586).

6.4 Jatkohoito

Epäiltäessä häikämyrkytystä, tulee potilas kuljettaa ensihoidon toimesta sairaalaan. Häikämyrkytyspotilas tarvitsee usein tehohoitoa ja elintoimintojen tukemista vaativaa hoitoa. Hoidon vastetta voidaan seurata spesifisillä tutkimuksilla. Sairaalassa voidaan myös tarjota yli-paine happihoitoa, joka tulee vaikeissa myrkytyksissä tarpeeseen. Ylipaine happihoitoa päivystysaikaan on saatavilla TYKS:ssa (Turun Yliopistollinen keskussairaala), jonka takia hoito joudutaan usein toteuttamaan oman sairaalan normaalipaineisena happihoitona (Salmenperä & Kuisma. 2004; Kuisma, ym. 2018).

Lieväoireisilla potilailla oireet häviävät asteittain. Potilas vaatii kuitenkin seurantaa. Lievässä altistuksessa oireet häviävät noin parin tunnin sisällä itsestään (Salomaa. 2019).

6.5 Ylipaine happihoito

Vaikeassa myrkytyksessä potilas tarvitsee yli-paine happihoitoa, sillä yli-paine happihoito nopeuttaa hiilimonoksidin tuulettumista pois ja parantaa kudosten happeutumista. Ylipaine happihoitoa on suositeltava antaa potilaalle; jos potilas on, tai on ollut jossain vaiheessa tajuton. Päänsäryn lisäksi potilaalla on muita neurologisia löydöksiä, COHb-pitoisuus on > 40 % sekä raskaana olevalle potilaalle, jonka COHb-pitoisuus on > 20–25 %.

Ylipaine happihoidossa potilas on painekammiossa, jossa on kolmen ilmakehän paine eli kolme kertaa normaali ilmanpaine, joka karkeasti on ~ 1,01 bar. Ylipaine hoito ja 100 % happihoito nopeuttavat näin hiilimonoksidin puoliintumisaikaa elimistössä. Ylipaine happihoito tulisi aloittaa 6 tunnin kuluessa ja samalla potilas vaatii tehohoitoa. Tämä tuo omat haastavuutensa, sillä Suomessa vain TYKS tarjoaa päivystyksellistä yli-paine happihoitoa. Muitakin painekammioita on, mutta niissä ei ole mahdollisuuksia vaativaan tehohoitoon tai -valvontaan. (Kuisma, ym. 2018; Salmenperä & Kuisma. 2004).

6.6 Laboratoriotutkimukset

Häikämyrkytystä epäiltäessä ja hoitovastetta seurattaessa potilaalta voidaan määrittää tarkasti veren sisältämä karboksihemoglobiinipitoisuus sairaalassa. Näyte otetaan laskimoverestä ja tutkitaan verikaasuanalyysisaattorilla laboratoriossa.

Tutkimus vB-Hb-CO ilmoittaa karboksihemoglobiinipitoisuuden veressä, viitealue tupakointimattomalla on 0,4–2,0 %. Tupakoitsijoilla tyydytään korkeimpiin arvoihin ad 6,0 % (HUSLAB).

Syanidimyrkytysten hoidossa käytettävä hydroksikobalamiini (Cyanokit) voi häiritä hiilimonoksidin määrittystä ja antaa virheellisen matalia arvoja (Fimlab).

Valtimoverestä otettua verikaasuanalyysia voidaan myös käyttää toteamaan kudosten happensaanti- ja happoemästasapainon häiriöitä. Näyte otetaan valtimosta tai tarvittaessa laskimosta, analyysi on nopea ja hoidon vastetta on helppo seurata. Näytteestä voidaan tarkastella muun muassa veren happi- ja hiilidioksidiosapaineet, pH, elektrolyytit ja hemoglobiini (HUSLAB, verikaasuanalyysi, 2022).

Laktaattimäärittystä, fP-Laktaat, voidaan käyttää myös arvioidessa kudosten äkillistä happivajetta. Laktaattipitoisuus suurenee hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintahäiriöstä, hiilimonoksidimyrkytys nostaa laktaattipitoisuutta. Laktaattimäärittystä hyödynnetään myös syanidimyrkytysten yhteydessä (HUSLAB, fP-Laktaat, 2022).

7 Yhteenveto ja pohdinta

Myös epätavallisia häkäaltistumisia on raportoitu Suomessa. Esimerkiksi vuonna 2015 sattui jäähallissa joukkoaltistuminen hälle. Syynä oli kaasukäyttöinen jäänhoitokone ja häkäpitoisuuden kasvaminen. Joukkoaltistuksessa 17 kuljetettiin sairaalaan tarkastettavaksi ja päivän aikana hallissa vierailleet 200 henkilöä kävivät omatoimisesti tarkastuksessa (Jormanainen, 2015).

Toinen esimerkki joukkoaltistumisesta tapahtui Kajaanissa vuonna 2013, kun noin 20 7-luokkalaista ja yksi aikuinen saivat häkämyrkytyksenoireita museovierailulla, joista 7 joutui sairaalahoitoon. Potilaiden verestä mitattiin lieviin oireisiin sopivia häkäpitoisuuksia, mutta häkämyrkytyksen lähde ei selvinnyt tutkimuksista huolimatta. Häkäaltistuneet olivat kokeneet huonovointisuutta ja pyörtymisen tunnetta (Särkkä, ym. 2013).

Häkä, varsinkin ensihoidon näkökulmasta oli kiinnostava aihe, varsinaisesti tietoa löytyi vähän, mutta vähäisistä tiedoista saatiin hyvin käyttökelpoista materiaalia. Laaja englannin kielentaito olisi voinut avata vielä laajempaa oppimista ja erilaista materiaalia opinnäytetyötä ajatellen. Luotettavuutta mittasimme tunnetuilla artikkelien kirjoittajilla. Ja heidän kirjoituksistaan saimme paljon hyödyllistä tietoa omaan työhömmee. Haluaisimme kehittää ja luoda laajempaa ymmärrystä ja osaamista häkämyrkytyspotilaan tunnistamiseen jo aikaisessa vaiheessa. Sekä tietämystä oikeanlaisesta hoidosta. Ja kuinka liitännäisenä palovammat sekä palokaasu myrkytykset kulkevat häkämyrkytyspotilailla.

Aiheen rajaaminen oli haasteellista, koska palovammoista löytyy tietoa huomattavasti kattavammin kuin häkämyrkytyksestä. Lähtökohtaisesti pyrimme pysymään ensihoidon näkökulmassa.

Kehittämissuhteuksena mietimme kuinka tärkeää olisi huomioida häkämyrkytyksen oireet yksityishenkilönä sekä hoitoalan ammattilaisena. Huomio ei hoidon alkuvaiheessa kiinnity arjen tavanomaisissa tilanteissa tai ensihoidon tehtävissä moninaisten oireiden aiheuttamaan taustasyöhyn. Lisämateriaali suomen kielellä sekä tutkimukset olisivat hyvä lisä tulevaisuuden hoitoalan opiskelijoille ja tarvittaessa yksityishenkilöiden tiedon lisääminen häkämyrkytyksen oireista ja millaisissa tilanteissa oireet voivat ilmetä. Palovammoista, ja niidenomaan inhalaatiopalovammoista, sekä palovammapotilaiden hoidosta voisi puhua enemmänkin häkämyrkytyksien yhteydessä.

Lähteet

- CDC, Centers for Disease Control and Prevention: Carbon Monoxide Poisoning (CO). Viitattu 23.8.2022. Saatavilla <https://www.cdc.gov/dotw/carbonmonoxide/index.html>
- Dean R Hess. 2017. Inhaled Carbon Monoxide: From Toxin to Therapy. Respiratory Care. Vol 62 No 10
- Duodecim, Lääketieteellinen aikakauskirja. Häkää suoniin. 2018; 124(10):1088-.
- Fimlab; B-Hb-CO. Tutkimus. Viitattu 24.6.2022. Saatavilla <https://fimlab.fi/tutkimus/5971>
- Guyton A. and Hall J. 2000. Red Blood Cells, Anemia and Polycythemia. Textbook of Medical Physiology, 12th Ed. Chapter 32.
- Heninger Garrison Davis, LCC. 2021. Burn Injury Awareness Week; FAQ's for Burn Injuries. Viitattu 8.5.2022. Saatavilla <https://www.hgdlawfirm.com/2018/02/04/burn-injury-awareness-week-faqs-burn-injuries/>
- Hult M., 2020. Hengitysteiden palovammat. Duodecim. Oppiportti.
- Hult M. 2016. Palovammapotilaan ensihoito ja siirtoon valmistautuminen. Finnanest 49 (3).
- HUSLAB; fP-Laktaat. Tutkimusohjekirja. Viitattu 4.4.2022. Saatavilla <https://huslab.fi/ohjekirja/2184.html>
- HUSLAB; vB-Hb-CO. Tutkimusohjekirja. Viitattu 4.4.2022. Saatavilla <https://huslab.fi/ohjekirja/20335.html>
- HUSLAB; Verikaasuanalyysi (pO₂, pCO₂, pH ja laskenta) valtimoverestä. Tutkimusohjekirja. Viitattu 4.4.2022. Saatavilla <https://huslab.fi/ohjekirja/3647.html>
- Itälinna S. 2013. Häkämyrkytys. Syventävien opintojen kirjallinen työ. Tampereen Yliopisto.
- Jormanainen S., 2015. Häkää levittäneen jäänhoitokoneen vikaa selvitellään Kontiolahdella. Yle uutiset.
- Jäntti H., Hult M., Vuola J. 2020. Palovammojen ensihoito. Duodecim. Oppiportti
- Kokki E., 2011. Häkä asuintaloissa. Pelastusopiston julkaisu. B-sarja tutkimusraportit 1/2012.
- Kuisma M., Holmström P., Nurmi J., Porthan K., Taskinen T. 2018. Ensihoito. Helsinki: Sanoma Pro Oy

Myllärniemi M., Koistinen H., Hoppu K., Lötjönen J., Kuisma M., Vaspula M., Pohjola-Sintonen S. 2006. Hydroksikobalamiini palokaasujen aiheuttaman syanidimyrkytyksen hoidossa. *Duodecim*. 122(9); 1099–103.

Myllynen P., Vähäkangas K. 2018. Hiilimonoksidi. *Duodecim*, Oppiportti.

Nykopp J., 2015. Hemoglobiiniarvo kertoo hapensaannistasi. *Potilaan lääkärilehti*.

Olson K., Smollin C., 2008. Carbon monoxide poisoning (acute). *BMJ Clinical Evidence*. Viitattu 3.5.2022. Saatavilla <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2907971/>

Pharmaca Fennica. Cyanokit infuusiokuiva-aine, liuosta varten 5 g. Viitattu 3.5.2022. Saatavilla <https://pharmacafennica.fi/spc/2794172>

Salmenperä M., Kuisma M. 2004. Häkä- ja palokaasumyrkytys. *Duodecim*. 120(4); 457–63.

Salomaa, E. 2019. Häkämyrkytys. *Duodecim*

Siirala U., Lumio J. 1946. Otoneurologisia tutkimuksia häkäkaasupotilaista. *Oto-Neurological Clinic of the University of Helsinki*

Suomen virallinen tilasto (SVT): Kuolemansyyt [verkkojulkaisu]. 2010, Liitetaulukko 2. Tapaturmissa kuolleet ulkoisen syyn mukaan ja päihtyneiden osuus kuolleista 2010

Stec DE., Drummond HA., Vera T., 2008. Role of Carbon Monoxide in Blood Pressure Regulation. *Hypertension*. 51:597–604

Särkkä H., Holopainen S., 2013. Kajaanin häkämysteeri syvenee: ”Verestä mitattiin häkää, mutta kaikki olivat tajuissaan”. *Ilta-Sanomat*.

Takki S., Ebata N. 1980. Palovammaisten hengitys- ja keuhkovauriot. *Duodecim*. 96: 729–737.

Tuomisto J. 2020. Ei kai häkämyrkytys ole tätä päivää? *Duodecim*

Työterveyslaitos. OVA-ohje: Hiilimonoksidi. Päivitetty 20.09.2019

Työterveyslaitos TTL, Suomenkieliset kemikaalikortit, Akroleiini, 2021

Vilka H., Airaksinen T. 2004. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi

Liite 1. Käsitteet

Anoksia = Happikato

Ensihoito = Äkillisesti sairastuneen tai vammautuneen potilaan kiireellistä hoitoa ja tarvittaessa kuljetusta päivystykseen

Happi (O_2) = Kahdesta happimolekyylistä muodostunut kaasu, pitoisuus ilmassa n. 21 %. Elintärkeä alkuaine.

Hypoksia = Kehon vähentynyt hapensaanti, joka etenee hapenpuutteeseen

Häkä = Hiilimonoksidi (CO), joka on hiilen ja hapen yhdiste. Syntyy epätäydellisessä palamisessa.

Karboksihemoglobiini = Häkä sitoutuessaan veren hemoglobiiniin, syrjäyttää n hapen, muodostaa karboksihemoglobiinia (COHb)

Pitoisuus = Kertoo jonkun aineen pitoisuuden liuoksessa. Voidaan ilmoittaa eri yksiköissä; %, ppm (= parts per million) ym.

Palovammat = Lämmön tai syövyttävän aineen aiheuttama kudosaivaurio

Toksinen = myrkyllinen

Palovamma- ja häkämyrkytyspotilas Tunnistaminen ja ensihoito

Hanna Saarela ja Heta Martikainen

Yleistä

- Häkämyrkytykset yleisiä tänäkin päivänä, mutta tunnistaminen edelleen hankalaa
- Oireet epäspesifejä. Lievistä oireista ei aina osata tehdä johtopäätöstä häkämyrkytyksestä
- Häkä eli hiilimonoksidi syntyy epätäydellisessä palamisessa.
- Hajuton, väritön ja ilmaa kevyempi kaasu. Mahdotonta aistia.
- Myrkytyksille altistaa mm.
 - vialliset polttoaine- tai kaasukäyttöiset (lämmitys)laitteet
 - taitamaton puulämmitys
 - moottoriajoneuvon tyhjäkäynti suljetussa tilassa

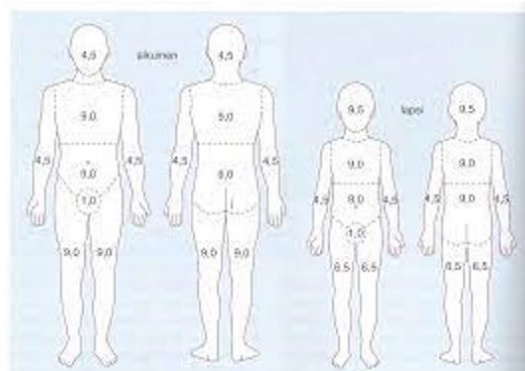
Palovammoista

- Palovamma potilaista n. 1000 vaatii sairaalahoitoa ja tehohoitoa n. 50- 60
- Palovammoja aiheuttavat:
 - mm. Liekki, kuuma neste, tai höyry. Sekä syövyttävät aineet ja sähkö
- Tulipaloissa aiheutuneet palovammat usein sekundäärisiä.
- Potilas tuupertuu ensin häämyrkytyksen ja savukaasujen vuoksi --> ensihoito keskittyy potilaan happeutumisen- ja hengityksenhoitoon ensisijaisesti
- palovammojen vakavuus riippuu, laajuudesta, syvyydestä ja paikasta



Palovammojen laajuus

- Koon laskemiseen käytetään prosentti osuuksia joihin kehon osat on jaoteltu.
- aikuisilla kämmen (sormet mukaan luettuina) on 1%, raajat kokonaisuudessaan 9% ja torson alue kokonaisuudessaan 36% (etuosa 18% ja takaosa 18%)
- huomaa ero lasten prosenttiosuuksissa (esim. pää on suhteessa kookkaampi vartaloon verraten)



Palovamman syvyys

- Luokittelu jataan kolmeen asteeseen

-1. Aste. Ihon pinta on palanut. Ihon pinta on kuiva ja punoittava, ei rakkuloiden muodostusta

- 2. aste. Voi olla pinnallinen tai syvä. Pinnallisessa palovamma ulottuu dermiksen yläosaan, vammakohta punoittaa ja muodostuu rakkuloita. Vitaalireaktio positiivinen (painettaessa vaurioitunutta kohtaa, veri pakenee alueelta, mutta paineen väistyessä veri palautuu alueelle)


- Syvä 2. aste. Kun dermis vaurioituu lähes kokonaan. Punoittava, ei välttämättä rakkuloiden muodostusta, kiputuntemus alentunut, koska hermostoa tuhoutunut.

- 3. aste. Ulottuvat subcutis tasolle, lihakseen, janteeseen tai luuhun. Vamma punoittava tai kellertävä. Kudos voi olla myös hiiltynyt mustaksi, kiputuntemus puuttuu hermoston vaurioitumisen vuoksi (vaativat kirurgista hoitoa.)

Huomioitavaa

- Palovammat kiihdyttävät elimistön aineen vaihduntaa, hapen ja energian kulutus kasvaa, jolloin hiilidioksidin tuotto lisääntyy --> potilaan hengityksen tarve suurenee.

- Palovammat yhdessä häämyrkytyksen kanssa suuri riskitekijä, hapenkuljetuskyky heikentynyt ja hapentarve lisääntynyt



Hengitystiepalovammat

- Palokaasuinhalatit ovat usein alidiagnosoituja. Potilailla yleensä diagnosoidaan ainoastaan häikämyrkytys
- Tyypillisiä oireita lyhyessä palokaasu altistuksessa on yskänäritys ja keuhkoputkien supistumistila
- Hengitystiepalovammat syntyvät kahdella tavalla
 1. Lämpövaikutuksesta, jolloin palovamma keskittyy ylempiin hengitysteihin, nenänieluun ja kurkunpäänlimakalvoille. (kuuma sisään hengitetty ilma, aiheutuu palovamma --> paikallinen turvotus joka voi johtaa ylähengitysteiden turpoamiseen
 2. kemiallisella mekanismilla (alemmat hengitystiet), jolloin limakalvo turvotus lisääntyy, värekarvat lamaantuvat ja hengitystiet tukkeutuvat asteittain

Hengitystiepalovamaan viittaavia löydöksiä

- kasvojen alueen palovammat
- äänen käheys
- palaneet nenäkarvat
- nokeentuneet hengitystiet
- suussa mahdollisesti näkyvät rakkulat
- lisääntynyt syljen erityis
- punoittavat ja turvonneet limakalvot
- potilaan sekavuus (syntyneen hapenpuutteen vuoksi)

Syaanivety

- Syaanivetyä ja sen suoloja eli syanideja muodostuu kun mm. Villa, silkki, polyuretaani ja kumi palaa.
- Huoneisto-/asuntopalosta pelastetuilla on syytä epäillä palokaasuinhalaation seurauksena syntynyttä syanidimyrkytystä.
- Syaanidi myrkytys on TODELLA vaarallinen. Syaanidit estävät kudosten happeutumisen, estämällä solujen toimintaa niin, etteivät ne kykene käyttämään happea energian tuotantoon.
 - Keskushermosto-oireet tai huonosti hoitoon reagoiva metabolinen asidoosi ovat tyypillisiä syanidimyrkytyksessä, oireettomat eivät tarvitse spesifiä hoitoa kudosten hapensaannin turvaamiseksi
- Yleensä samanaikainen häikämyrkytys. Ja jo heikentynyt hapenkulkeutuminen johtaa kudoshypoksiaan
- Syaanidimyrkytyksen oireita mm. : tajuttomuus., hypotensio ja metabolinen asidoosi

Jatkuu...

- Syaanidi myrkytyksen oireita ovat mm. : tajuttomuus, hypotensio ja metabolinen asidoosi
 - > koska solut eivät kykene hyödyntämään happea, energiaa tuotetaan anaerobisesti (eli hapettomasti), jolloin muodostuu laktaattia. Ja korkea laktaatti arvo viittaa enemmän syanidimyrkytykseen kuin häikämyrkytykseen
 - > vakavaa syanidimyrkytystä tulee epäillä laktaatin ollessa yli 8mmol/l.
- Syaanidin antidootti on hydroksikobalamiini (B-12 vitamiinin esiaste), tämä sitoutuu syanidiin, muodostuu syanokobalamiinia. Erittäin virtsan mukana.
- Ensihoidossa hydroksikobalamiini annetaan epäiltäessä syanidimyrkytystä. Annostus: 5mg suonen sisäisesti 10minuutin infuusiona, mahdollisimman nopeasti altistumisesta. Voidaan toistaa vakava oireisissa myrkytyksissä.

Akroleiini

- Orgaanisten aineiden, kuten muovien, puun, rasvan ja kasvimateriaalien palamisessa syntyy akroleiinia.
- Altistuminen tapahtuu kaasuja hengittämällä, riittävän pitkä altistus aika ja korkeat pitoisuudet aiheuttavat oireita, kuten hengitysvaikeutta, kurkkukipua ja yskää
- Luokitellaan syövyttäväksi ja voikin aiheuttaa ihoärsytystä, rakkuloita ja palovammoja
- Muita oireita ovat mm.: pahoinvointi. Polttava tunne ja kouristukset
- Hoitona toimii altistuksen poistaminen ja hengityksen turvaaminen

Hiilimonoksidi (Co) eli Häkä

- Soluissa esiintyvä säätelymolekyyli, muodostuu myös luonnollisesti aineenvaihdunnassa. Se on hermoston välittäjäaine, vaikuttaa verenkierron ja verenpaineen säätelyssä. Mielikuva usein pelkää myrkyllisestä kaasusta
- jokaisella on elimistössä 1-3% hemoglobiiniin sitoutunutta häkää
- muodostuu hiilivetyjen epätäydellisessä (vähä happisessa) tai erittäin korkeiden lämpötilojen palamisessa.
- Hiilimonoksidi sitoutuu hemoglobiiniin 200-250 kertaa tehokkaammin kuin happi. Jolloin muodostuu karboksihemoglobiinia (COHb)
- > veren hapenkuljetuskyky heikkenee --> hapen luovuttaminen kudoksille estyy --> vereen liuennut häkä estää soluhengitystä. Tästä seuraa alentunut happipitoisuus ja hypoksia
- Hiilimonoksidi vähentää myös hapen vapautumista kudoksiin, voi kulkeutua myös soluihin aiheuttaen häiriöitä solumetaboliassa
- oireita alkaa esiintyä karboksihemoglobiinin osuuden ollessa 20%. Myrkytyksen vakavuutta arvioidaan mm. Häkäpitoisuudella veressä (%)

Häkämyrkytyksen oireisto

Välittömät oireet:

- päänsärky, huimaus, pahoinvointi, kuume, sekavuus, näköhäiriöt, hengenahdistus, HT koholla
- Altistuksen jatkuessa; takykardia, rintakipu, hypertensio, tajunnanlasku, kouristelu --> Verenpaineen romahdus, metabolinen asidoosi
- **Muista!** matalillakin häkäpitoisuuksilla tajunta voi laskea ennen muita ennakoivia oireita.

Jatkuu

- Viivästyneet oireet
 - Voi ilmetä 2-40 päivää myrkytyksestä
 - 12-50 %:lla häkämyrkytyspotilailla raportoitu viivästyneitä oireita
- Virtsan- ja ulosteenpidätyshäiriöt
- Motoriset häiriöt, puheentuoton häiriöt, heikentynyt toimintakyky
- Persoonallisuuden muutokset
- Häkämyrkytys aiheuttaa terveydelle vaarallisia muutoksia aivorungon, pikku- ja isoaivojen hermotumakkeissa ja -radoissa.

Vakavan myrkytyksen oireisto:

COHb-pitoisuus (%) veressä	Oirekuva
10–20	Lievä päänsärky, hengästymistä rasituksessa
20–40	päänsärky, huimaus, pahoinvointi, voimattomuus, kasvojen punakkuus, pyörtyminen rasituksessa
40–60	Levottomuus, sekavuus, tajuttomuus; kuolema mahdollinen
60–80	Syvä tajuttomuus, hengitysvaikeus
80 tai yli	Nopea kuolema

Ensihoito

- Ensihoidon tehtävä on tunnistaa tilanne, poistaa altistus huomioiden oma turvallisuus
- Epäspesifisten oireiden takia tapahtumatietojen selvittäminen on tärkeää
- Hätämyrkytyksen spesifinen hoito on hapenanto; tajuissaan olevalle, spontaanisti hengittävälle annetaan varaajamaskilla 100% happea
- Happea antamalla karboksihemoglobiinin puoliintumisaika lyhenee huomattavasti;
 - Huoneilmalla puoliintumisaika on 4-10h, 100% hapella 40-80min.
 - Tajuttoman potilaan kohdalla on harkittava intubointia

- Hengityksen turvaaminen, levottoman potilaan rauhoittelu (levottomuus lisää hapenkulutusta), hapen antaminen varaajapussillisella maskilla tai hengityspalkeella ja maskilla. Varautuminen intubaatioon tajuttomilla. (palovamma potilailla erityinen huomio aikaisen vaiheen intubaatioon).
- Huomioi normaalin pulssioksimetrin epäluotettavuus! Hään mittaamiseen on käytössä häkäpulssioksimetria (SpCO), toiminta pohjaa usean aallonpituuden kalibrointi yhtälöön jolloin saadaan prosentuaalinen arvo valtimoveren karboksihemoglobiinista. (virhelähteinä voimakkaat lämpötilan, pH:n tai happisaturaation muutokset)
- Hätäpitoisuuden mittauksessa myös muita mittaus menetelmiä. Esim. uloshengitysilman loppuosan COHb-pitoisuuden mittaus. Tai tarkka valtimoverestä saatava tulos joka yleensä saadaan vasta sairaalassa.

Lääkehoito

- Verenkierroksen tukeminen kirkkailla nesteillä mielellään Ringerin-liuoksella. Erityinen tarve laajoista palovammoista kärsivillä potilailla. (vaurio alueen tulehdusvälittäjäaineet aiheuttavat nesteen kertymisen verenkierrosta soluvälitilaan, verenpaine laskee ja turvotus vamma-alueella lisääntyy). Palovamma potilailla käytetään nestehoidon laskennassa ns. PARKLANDIN kaavaa.

- Ensisijaisena hapenanto (varsinkin häämyrkytyspotilailla)
- Huomiona asuntopalon muut palokaasut mm. Syaaniivety, ei voida erottaa kummasta kyse. Syaaniivety – vai häämyrkytyksestä --> syaaniivetymyrkytyksessä hoitona hydroksikobalamiini.
- Nesteytys (Parklandin- kaava, palovammapotilaiden nesteytyksessä)
- Palokaasuille altistuessa pyritään estämään keuhkoputkien supistumistila. Jolloin annetaan esim. Inaloitavaa beetasympatomimeettiä joka relaksoi keuhkoputkia. (esim. 5mg sabutamolia), voimakkaassa ylähengitystie ärsytyksessä raseeminen adrenaliini --> laskee tehokkaasti turvotusta
- Palovammoissa kipulääkitys tärkeä. Kipu haitallista elimistölle, vapautuneet stressihormonit nostavat syke- ja hengitystaajuutta. Kipuun: esim. Oksikodoni tai morfiini i.v. Ei suositella ihon alle tai lihakseen häiriintyneen verenkierroksen vuoksi voi vaikuttaa lääkkeiden imeytymiseen.