

Pulssioksimetria ja kapnografia

Tuula Kurki, Anestesiologian dosentti, Oyl, HUS, ATEK, Meilahden sairaala

Pulssioksimetrialla mitataan valtimoveren hemoglobiinin (Hb) happikyllästysastetta. Happisaturaatio ilmaisee hemoglobiiniin sitoutuneen hapen % määrän. Suurin osa hapesta kuljetetaan veressä Hb sitoutuneena, vain n 2% hapesta on vereen liunneena ja sitä mitataan happiosapaineena. Laitteessa on anturi, joka voi olla korva, sormi, otsa, tai lapsille jalka tai kädensyrjäanturi. Laitteen toiminta perustuu valon vaimenemisen mittaamiseen veressä. Antureissa on vähintään kahta eri aallonpituutta lähettävä (n 660nm, jossa deoksiHb absorboi eniten ja n 940nm, jossa on oksiHb absorptio maksimissaan) ja vastaanottava diodi. Laite mittaa happikyllästeisyyden kudoksen pulsoivan osan läpi absorboituneen valon absorptiosuhteista. Koska kudoksetkin absorboivat valoa, vain veren pulsoivan osan lisäämä absorbanssi mitataan. Viime aikoina on tullut markkinoille myös pulssioksimetrejä, jotka pystyvät mittaamaan myös häkää (karboksihb COHb kyllästeisyyttä) ja methemoglobiinin (MetHb) kyllästysastetta. COHb ja MetHb absorboivat valoa hieman eri aallonpituuksilla kuin oksihemoglobiini. Jos tavallisella pulssioksimetrilla mitataan potilasta, jolla on häkämyrkytys, pulssioksimetri antaa virheellisesti liian korkeita SpO2 arvoja. Tavallinen pulssioksimetri ei pysty erottamaan karboksihb tai methb osuutta verestä, vaan tulkitsee ne väärin oksiHb.ksi ja antaa virheellisen korkeita SpO2 arvoja.

Pulssioksimetriasta on tullut ”välttämätön” valvontalaite ainakin leikkaussali-heräämö- ja tehovalvontapotilaille. Myös vuodeosastoilla ja päivystyspoliklinikoilla, ensihoidossa, tutkimus- ja toimnepideyksiköissä, unilaboratorioissa ja tarkkailuosastoilla pulssioksimetria käytetään rutiinisti. Synnytyssaleissa jopa sikiöiltä voidaan mitata happisaturaatioita synnytyksen aikana.

Pulssioksimetrilla saadaan rekisteröityä myös pulssi-volyymi-käyrää (plethysmografia). Käyrä kertoo verenkierron tilasta, mm. onko potilas hypovoleeminen (plethy käyrän amplitudi muuttuu hengityssyklin mukaan- ja käyrän amplitudi on matala). Tästä on johdettu mm ns Pleth index tai PVI (pulse volume index), joita voidaan käyttää volyymistatuksen tarkkailuun esim. sepsispotilaille.

Markkinoille on tullut myös pulssioksimetri, jolla voi mitata Hb (Masimo Rainbow). Pulssioksimetrilla saadaan selville myös se syketaajuus, joka johtuu ääreisverenkiertoon. Se voi poiketa joskus ekg:n syketaajuudesta, jos potilaalla on esim. eteisperäisiä lisälyönnejä, jotka eivät johdu ääreisverenkiertoon.

Pulssioksimetrian rajoitteina ovat: ensinnäkin hitaus; laite reagoi happikyllästeisyyden vähenemiseen vasta n 1-2 min kuluttua, vaikka potilas ei saisi happea lainkaan. Lisäksi pulssioksimetri ei kerro hyperoksiasta, ts., jos potilaalla on korkea veren happiosapaine (>15kPa), SpO2 lukemat ovat koko ajan 100%. Teknisiä rajoituksia ovat: Pulssiton, asystolessa oleva potilas; jos laite ei löydä pulssia, ei se voi mitata SpO2 arvoja, toki se ei mittaa silloin syketaajuuttakaan. Jos potilaan ääreisverenkierto on heikko, ei laite löydä pulssia, ja saattaa antaa virheellisesti 85% SpO2 arvoja. Suoneen annettavat väriaineet, kuten metyleenisini aiheuttaa tilapäisesti saturaatioarvojen laskua, koska veren ”väri” muuttuu ja valon absorptioarvot

muuttuvat. Joskus jopa ulkopuolinen valo (esim. leikkauslamput saattavat aiheuttaa SpO₂ arvojen vääristymisiä). Tumma kynsilakka voi aiheuttaa myös virheellisiä lukemia tai antaa ”no pulse” hälytyksen.

Vaikka laajoissa kansainvälisissä tutkimuksissa ei ole pystytty osoittamaan, että pulssioksimetria vähentäisi komplikaatioita perioperatiivisesti, on sen käyttö kuitenkin vakiintunut anestesian ja tehohoidon perusmonitorina.

Kapnometrialla tarkoitetaan hiilidioksidin mittaamista hengitysilmosta. Jos laite rekisteröi mittauksen ajan ja hengityssyklin funktiona ja piirtää sen käyränä, kyse on **kapnografiasta**. Mittausmenetelmät ovat joko massaspektrometrisiä tai spektrofotometrisiä. CO₂ absorboi 4,3µm infrapunavaloa. Mittauskohta voi olla joko intubaatio—tai trakeostomiaputken suulla tai hereillä olevalla potilaalla nenässä. Hiilidioksidimittauksen etuna on se, että se reagoi nopeasti, jo ensimmäisestä hengityssyklistä saadaan selville, mikä on EtCO₂ taso. Jos taas potilas lakkaa hengittämisestä tai letkut irroitetaan hengityskoneesta, EtCO₂ näyttää heti suoraa viivaa. Viive on hyvin lyhyt. CO₂ mittauksessa kokonaishengitytilavuudesta otetaan näytteeksi n 150ml (lapsilla 50ml). Kapnogrammikäyrä piirtää sisäänhengityksen aikana lähes nollatason käyrää, uloshengityksen aikana käyrä nousee ja saavuttaa lähes alveolitason CO₂ pitoisuuden, joka lähes vastaa valtimoveren PaCO₂ tasoa. EtCO₂ tulostetaan %:na tai kPa:na. Joskus EtCO₂ arvot ovat epäsuhdassa valtimoveren PaCO₂ arvojen kanssa. Näin käy esim., jos potilas saa äkillisen keuhkoembolian, sydänpysähdyksen tai jos hengityskoneen letkut ”irtoavat”. Tuolloin EtCO₂ arvot romahtavat mataliksi ja vastaavasti veren PaCO₂ arvot ovat korkeita. Jos potilaalla on vaikea sydämen vajaatoiminta ja matala sydämen minuuttitilavuus, silloin EtCO₂ arvot ovat matalia verrattuna veren PaCO₂ arvoihin. Kapnografian käyrämuodosta voidaan myös tehdä päätelmiä, esim. jos potilas hengittää spontaanisti, nähdään ns rebreathing ilmiö käyrässä, jos taas hengitysteissä on obstruktio, uloshengityksen alkuvaiheen käyrässä nähdään loivenemista kapnogrammissa.

Hiilidioksidianalysaattorista (kapnometristä) on tullut rutiininomainen anestesian aikainen monitorointi menetelmä. Se lisää huomattavasti potilasturvallisuutta potilaalla, joka ei itse pysty säätämään hengitystään. Myös tehohoito ja ensihoito ovat ottaneet menetelmän käyttöön. Ensihoidossa on käytössä kertakäyttöisiä väri-indikaattori ETCO₂ ilmaisimia, joissa värinmuutos kertoo, kuinka paljon uloshengitysilmassa on CO₂. Elvytystilanteissa uloshengitysilman CO₂ pitoisuus kertoo elvytyksen tuloksellisuudesta ja verenkierron palautumisesta. Kun potilasta intuboidaan, jos intubaatioputki päättyy vahingossa ruokatorveen, EtCO₂ arvot laskevat pian lähelle nollaa.

Nopeana ETCO₂ pitoisuuden mittaajana kapnometrialla on suuri arvo sekä ventilaation että verenkierron valvojana. Kapnografialla ja pulssioksimetrialla pystytään potilaita valvomaan tehokkaasti ja lisäämään potilasturvallisuutta leikkaussali-heräämö ja teho-olosuhteissa.

6.3.2014