

Carbon dioxide pneumoperitoneum and surgical positioning in operative laparoscopy

Ella Hirvonen

Kuopion yliopisto 16.12.2000, vastaväittäjänä professori Seppo Alahuhta

Saksalainen Georg Kelling teki ensimmäisen vatsaontelon täyhystyksen, laparoskopian koiralle vuonna 1901. Siten laparoskopian historia on jo satavuotinen. Vatsaontelon elinten leikkaukset täyhystystekniikalla ovat mahdollistuneet teknisen kehityksen myötä kahden viime vuosikymmenen aikana. Operatiivinen laparoskopia ”mini-invasiivisena” toimenpiteenä saavutti maailmanlaajuisen suosion 1990-luvun vaihteessa, kun julkaistiin ensimmäisiä raportteja potilaiden nopeamasta toipumisesta täyhystysleikkauksien jälkeen verrattuna vastaaviin avoimiin vatsaontelon leikkauksiin. Leikkauksen aikaisten muutosten ja mahdollisten ongelmien tutkiminen jäi tämän suosion jalkoihin.

Pneumoperitoneum merkitsee vatsaontelon täyttämistä kaasulla. Kaasutäytöllä ja potilaan leikkausasennon muutoksella halutaan tehdä tilaa vatsaonteloon laparoskooppisen leikkauksen suorittamiseksi. Yleisin täyttökaasu on edelleen hiilidioksidi. Muita kaasuja on kokeiltu ja on kehitetty kaasutonta laparoskopiaa käyttäen erilaisia vatsanpeitteiden kohotussysteemejä, mutta ne eivät ole saavuttaneet laajaa suosiota. Hiilidioksidi täyttökaasuna on turvallisempi kuin muut kaasut joutuessaan väärään paikkaan kuten verenkiertoon, keuhko-onteloon, mediastinumiin ja subkutaanitilaan, koska se on helposti vereen liukeneva. Hyvä veriliukoisuus ei ole pelkästään etu. Vatsaonteloista absorpoituva hiilidioksidi pitää pystyä poistamaan elimistöstä, ettei kehittyisi hyperkapniaa ja asidoosia.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli eritellä ne potilaan elintoimintojen muutokset, joita laparoskooppisen leikkauksen aikana aiheuttaa vatsaontelon täyttäminen hiilidioksidilla, kohonnut

vatsaontelon paine, lisääntynyt hiilidioksidikuorma ja potilaan leikkausasennon muutokset.

Potilaat ja menetelmät

Tutkimuksissa oli mukana potilaita, joille tehtiin laparoskooppinen kohdunpoistoleikkaus pää alaspäin –asennossa ja potilaita, joille tehtiin laparoskooppinen sappirakonpoistoleikkaus pää ylöspäin –asennossa. Esilääkityille potilaille asetettiin invasiivista hemodynamiikan monitorointia varten arteriapainemittaus ja keuhkovaltimokatetri puudutuksessa ennen anestesiaa. Leikkauksessa käytetyn asennon vaikutuksia tutkittiin hereillä ja anestesiassa ennen leikkausta ja laparoskopian jälkeen. Samaa anestesiaprotokollaa (isofluraani-fentanyyli), samaa vatsaontelon sisäisen paineen tasoa pneumoperitoneumin aikana ja perusnesteytystä käytettiin kaikille potilaille. Jos keuhkovaltimon kiilapaine laski pää ylöspäin -asennossa hereillä tai anestesiassa alle 4 mmHg, sappilaparoskopiapotilaalle annettiin hydroksietyyliä. Tarkalla ventilaation hoidolla anestesian aikana pyrittiin normokapniaan muuttamalla osalla potilaista hengitystaajuutta ja osalla hengityksen kertatilavuutta. Verikaasu- ja hormonimäärityksiä tehtiin arteria- ja keuhkovaltimonäytteistä.

Tulokset

Sentraalinen venapaine (CVP) ja keuhkovaltimon kiilapaine (PCWP) olivat hyvin riippuvaisia potilaan asennosta nousten pää ylöspäin –asennossa ja laskien pää alaspäin –asennossa. Jalkojen kohottaminen (litotomia-asento) hereillä ei muuttanut sydämen minuuttitilavuutta (CO), nosti vähän keskiverenpainetta (MAP) ja samalla systeemisen verenkierron vastusta (SVR). CO, MAP

ja SVR eivät muuttuneet pää alaspäin –asennossa. CO laski ja SVR nousi pää ylöspäin –asennossa hereillä ja anestesiassa. Pneumoperitoneumin aloitus nosti molemmissa leikkausasunnoissa CVP:ta ja PCWP:ta sekä pulmonaalipaineita 5-7 mmHg:lla. Systeemiverenkierron paineet nousivat. CO ei muuttunut merkittävästi pneumoperitoneumin aloituksessa mutta laski laparoskopian kuluessa ja nousi välittömästi, kun kaasu poistettiin vatsaontelosta. CO palautui toipumisvaiheessa anestesiaa edeltäneelle tasolle kohdunpoistopotilailla mutta oli sappilaparoskopiapotilailla lähtötasoa korkeampi toipumisvaiheessa.

Keuhkojen komplianssi laski pää alaspäin –asennon myötä 20 %:lla mutta ei muuttunut pää ylöspäin –asennossa verrattuna supiiniin. Pneumoperitoneumin aloituksen myötä keuhkojen komplianssi laski kaikilla potilailla keskimäärin 30 %:lla. Minuuttiventilaation tarve nousi kaikilla potilailla 30-40 %:lla 20 minuutin aikana pneumoperitoneumin aloituksesta ja nousi lisää pää alaspäin –asennossa laparoskopian kuluessa mutta ei pää ylöspäin –asennossa. Minuuttiventilaation tarve oli korkeimmillaan heti vatsaontelon kaasun poistamisen jälkeen. Komplianssi laski lisää laparoskopian kuluessa pää alaspäin –asennossa, ei pää ylöspäin –asennossa. Pää alaspäin –asennossa minuuttiventilaation tarve oli pienempi, jos hengityksen kertatilavuutta nostettiin normokapnian saavuttamiseksi laparoskopian aikana kuin jos hengitystiheyttä nostettiin.

Lievä metabolinen asidoosi kehittyi kaikille potilaille laparoskopian aikana. Potilaiden hapenkulutus laski anestesian myötä, pysyi stabiilina anestesia ajan ja palautui lähtötasolle herätyksen jälkeen. Potilaiden sentraalinen lämpötila laski lähtötilanteesta keskimäärin 0.4 °C:ta anestesian ja leikkausvalmistelujen myötä, laski keskimäärin vain 0.1°C lisää laparoskopian kuluessa ja palautui lähtötasolle heräämöseurannassa.

Yhteenveto ja johtopäätöksiä

Leikkausasentojen aiheuttamia hemodynaamisia muutoksia on tutkittu vain vähän. Tässä tutkimuksessa pää alaspäin –asennosta (Trendelenburgiksi usein kutsuttu) ei ollut hemodynaamisesti etua ja hengityksen kannalta se oli haitallinen. Pää ylöspäin –asennosta ei ollut hengityksen kannalta etua ja hemodynaamisesti se oli haitallinen. Periaatteessa hypotension ja hypovolemian hoitona pää alaspäin –asentoa ei ole enää suositeltu

mutta käytetään silti. Jalkojen kohotusta hypotension hoidoksi suositellaan nykyään. Tässä tutkimuksessa hereillä olevilla normovoleemisilla potilailla jalkojen kohotuksesta ei ollut merkittävää hemodynaamista etua. Jalkojen kohotuksen suositeltavuus hypotension ja hypovolemian hoitona olisi syytä vielä paremmin selvittää.

Sydämen täyttöpaineiden (CVP, PCWP) nousu pneumoperitoneumin seurauksena ei merkitse todellista sydämen esitäytön nousua, vaan johtuu intrathorakaalisen paineen noususta vatsaontelon paineen noustessa. Tästä ollaan oltu kirjallisuudessaakin aika yksimielisiä viime vuosina. Sen sijaan ei ole päästy oikein yksimielisyyteen siitä, johtuvatko systeemipaineiden ja SVR:n nousu pneumoperitoneumin seurauksena puhtaasti mekaanisista syistä vatsaontelon paineen nousun seurauksena, hiilidioksidin vaikutuksista, vaiko jostakin välittäjäaineiden (vasopressiini, katekolamiinit, reniini) vaikutuksesta. Hemodynaamisen tilanteen korjaantuminen pian vatsaontelon paineen laskemisen jälkeen viittaa mekaanisiin syihin. Sappilaparoskopiapotilaiden kohonnut CO toipumisvaiheessa johtui todennäköisesti nesteytyksestä.

Vatsaontelosta imeytyvän hiilidioksidin poistamiseksi keuhkojen ventilaatiota oli lisättävä 30-50 %:lla. Tämä oli toteutettavissa terveillä potilailla pitämällä uloshengityshiilidioksidi-pitoisuudet normaalina tai hieman alle normaalin tason, koska kuolleen tilan ventilaatio hieman lisääntyy kohonneen vatsaontelon paineen myötä. Potilaan ollessa pää alaspäin –asennossa laparoskopian aikana oli edullisempaa lisätä hengityksen kertatilavuutta kuin lisätä hengitystiheyttä normokapnian saavuttamiseksi. Lievä metabolinen asidoosi kehittyi todennäköisesti merkinä vatsanalueen elinten verenkierron huononemisesta.

Huolehtimalla potilaan lämpötiloudesta tavantomaisin keinoin (lämmitetyt nesteet, puolisoljettu ventilaatiojärjestelmä, potilaan huolellinen peittäminen) sentraalinen lämpötila laski laparoskopian aikana vain vähän, vaikka pneumoperitoneumiin käytettiin lämmittämätöntä kaasua, joten kaasun lämmittämällä ei saavutettane paljon etua.

Operatiivinen laparoskopia ei ole ”mini-invasiivinen” toimenpide potilaalle leikkauksen aikana. CO₂-pneumoperitoneum ja leikkausasennot aiheuttavat merkittäviä muutoksia potilaan elintoimintoihin.

Osatyöt

- I Hirvonen EA, Nuutinen LS, Kauko M. Hemodynamic changes due to Trendelenburg positioning and pneumoperitoneum during laparoscopic hysterectomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995;39:949-955.
- II Hirvonen EA, Poikolainen EO, Pääkkönen ME, Nuutinen LS. The adverse hemodynamic effects of anesthesia, head-up tilt, and carbon dioxide pneumoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc* 2000;14:272-277.
- III Hirvonen EA, Nuutinen LS, Kauko M. Ventilatory effects, blood gas changes, and oxygen consumption during laparoscopic hysterectomy. *Anesth Analg* 1995;80:961-966.

- IV Hirvonen EA, Nuutinen LS, Vuolteenaho O. Hormonal responses and cardiac filling pressures in head-up or head-down position and pneumoperitoneum in patients undergoing operative laparoscopy. *Br J Anaesth* 1997;78:128-133.

Eila Hirvonen, anesthesiologian erikoislääkäri
Anesthesiologian ja tehohoidon klinikka
Kuopion yliopistollinen sairaala
PL 1777, 70211 Kuopio
e-mail: eila.hirvonen@kuh.fi



Kuva: Seppo Lauritsalo