

Gassemboli - en alvorlig komplikasjon

Gassemboli er en sjelden, men alvorlig tilstand. Den gir akutte blodtrykks- og ventilasjonsproblemer som må håndteres akutt. Kunnskap og oppmerksomhet er viktig for å kunne forebygge samt raskt identifisere tiltak.

FORFATTERE

Marie Therese Raknes
anestesisykepleier
Sykehuset Østfold

Anette Bodin
anestesisykepleier
Oslo universitetssykehus, Rikshospitalet

Ann-Chatrin Leonardsen
førsteamanuensis og forsker
Høgskolen i Østfold og Sykehuset Østfold

NØKKELOORD

gassemboli, emboli, Komplikasjon, hysteroskopi

HOVEDBUDSKAP

Hysteroskopi blir anvendt både diagnostisk og operativt. I Norge utføres det om lag 3 000 hysteroskopier årlig. Gassembolier under kirurgiske hysteroskopier er en komplikasjon som kan oppstå peroperativt, med mulige fatale følger. Selve gassembolien er vanskelig å unngå, men man bør forebygge mortalitet og morbiditet som følger av den. Det er stilt spørsmål om hvorvidt gassemboli har blitt anerkjent som en svært alvorlig komplikasjon. Det er derfor ønskelig å rette mer oppmerksomhet på dette temaet.

INNLEDNING

Hysteroskopi blir anvendt både diagnostisk og operativt (1). Det ansees som en sikker og anerkjent prosedyre med få rapporterte bivirkninger. I Norge utføres det cirka 3000 hysteroskopier årlig.

I april 2016 utga Helsedirektoratet læringsnotatet «Gassemboli ved hysteroskopisk kirurgi» på grunnlag av to uønskete hendelser i 2015 om uventede og alvorlige komplikasjoner der gassemboli var antatt årsak (2). Gassembolier under kirurgiske hysteroskopier er en komplikasjon som kan oppstå peroperativt, med mulige fatale følger. Det er vanskelig å forebygge, men man bør forsøke å redusere morbiditet og mortalitet når situasjonen oppstår (2, 3).

GASSEMBOLI UNDER HYSTEROSKOPI

Gassemboli under hysteroskopi er en komplikasjon som det ikke finnes anerkjente forebyggende tiltak mot (2). Avgassene som dannes under hysteroskopi kan føre til gassembolier ved at de entrer den venøse sirkulasjonen.

Enkelte studier viser at insidensen for gassembolidannelse er mer enn 95 prosent (5-9). Av disse har man i opp mot 40 prosent av tilfellene sett forandringer i kliniske parametre som kan indikere gassemboli. Under hysteroskopi kan romluft bli ført inn i uterus og danne luftembolier. Peroperativt er det vanskelig å skille hvorvidt gassemboli er dannet fra avgasser eller romluft. De hemodynamiske forandringene er initialt like (5-9).

Emboliene som entrer sirkulasjonssystemet under hysteroskopi, er opprinnelig venøse. De vandrer med den venøse sirkulasjonen hovedsakelig til hjerte og lunger, men de kan også vandre retrograd til levervenene. Det er antydning at leveren har en filtrasjonsevne for gassembolier, slik at denne fungerer som en buffer for sirkulasjonssystemet. Videre kan gassembolier gå over til den arterielle sirkulasjonen, også kalt paradoksale gassembolier. Dette kan skje enten via shunter som Patent foramen ovale (PFO), pulmonale arteriovenøse malformasjoner eller ved at lungens filtrasjonssystem for gassembolier overskrides.

Det anslås at så mange som 30 prosent av befolkningen har PFO - en medfødt septumdefekt som kan åpne seg når gassemboli entrer hjertet. Om pasienten har kjente shunter, bør andre behandlingsalternativer vurderes, da dette gir økt sannsynlighet for paradoksal gassemboli (3, 6). Disse kan vandre videre i den arterielle sirkulasjonen og kan føre til obstruksjon i samtlige av kroppens arterier. Koronararteriene og arterier som forsyner hjernen med blod er av særlig betydning, da både hjerne og hjerte er svært sensitive for hypoksi. Paradoksal gassemboli i hjernens forsyningsarterier som har medført obstruksjon, kan føre til betydelig hypoksi med iskemi og hjerneødem ved at en inflammatorisk respons blir aktivert (6).

LUNGEPATOFYSIOLOGISKE FORANDRINGER

Gassembolier som entrer lungenes sirkulasjon blir som regel ventilert ut, gitt at de består av avgasser. Større mengder vil like vel kunne overskride denne mekanismen slik at man kan få obstruksjon av pulmonalarteriene med manglende fylling til venstre ventrikkle og pulmonal hypertensjon. Dette kan gi en kombinasjon av lungestuvning og redusert perfusjon til organer med symptomer som hypotensjon og takykardi (8, 10, 11).

«Lungepatofysiologiske forandringer, som lungeemboli, kan føre til redusert gassutveksling og økt dødrom.»

Lungepatofysiologiske forandringer, som lungeemboli, kan føre til redusert gassutveksling og økt dødrom. Dette skjer på grunn av okkludering av den vaskulære sengen rundt alveolene. Samtidig fører dødrommet til redistribuering av blod til bedre ventilerte områder (12). Embolien kan også gi pulmonal hypertensjon, noe som igjen kan bidra til økt shunting. Redusert perfusjon og økt dødrom fører til at endetidal CO₂ (etCO₂) reduseres, slik at et markant etCO₂-fall kan være en klar indikasjon på gassemboli (10, 12). Obstruksjonen av karene kan også føre til lokal vevshypoksi med påfølgende inflammasjonsreaksjon med ødem og økt shunting, som ved trombose og emboli.

Endotelet i blodårene reagerer på gassembolier ved at endotelets funksjon reduseres og permeabiliteten økes. Dette kan blant annet føre til lekkasje av væske ekstracellulært og forverring av lungeødemet, noe som ytterligere forverrer lungenes compliance. Videre vil man også kunne se økt luftveismotstand, som muligens er knyttet til det skadete endotelet

og frigjøring av bronkokonstrangerende enzymer. Dette kan gi bronkospasme (5, 12).

HEMODYNAMISKE KOMPLIKASJONER

Gassebolier som passerer over til det venøse systemet fra uterus, kan vandre gjennom høyre hjertehalvdel og inn i lungekretsløpet. Endringene som da oppstår i lungene, kan gi akutt forbigående hjertesvikt, økt sentralt venøst trykk og reduksjon i cardiac output.

Under generell anestesi vil akutt funksjonssvikt av høyre hjertehalvdel gi akutt hypotensjon og hypoksemi (5). Takykardi, hypotensjon med forhøyet sentral venøs trykk, høyresidig grenblokk og høye T-takker er ulike kardiologiske symptomer som kan indikere en akutt forbigående høyresidig hjertesvikt (9). Depresjon av ST-segmentet oppstår ved akutt høyresidig hjertesvikt på grunn av økt fylling av høyre ventrikkel (13). Under hysteroskopi er disse tegnene forbundet med at store volumer av luft har entret sirkulasjonssystemet. Selv ved små mengder luft i høyre koronararterie vil signifikant ST-T-forandringer kunne ses (1).

Redusert pulmonalvenøs retur gir en nedsatt ventrikulær preload og avtakende hjerte-minuttvolum. Dette kan resultere i en systemisk kardiovaskulær kollaps og hjertestans. Ventrikulær fylling er avhengig av ulike faktorer og den viktigste er tilstrekkelig venøs tilbakestrømming. Forandringer i blodvolumet og venøs elastisitet i blodkarene er viktige årsaker til peroperative endringer i ventrikulær fylling og minuttvolum. Ved hjerterefrekvens på mer enn 120/min. vil ventrikulær fylling bli nedsatt (12).

GASSEMBOLIENS PÅVIRKNING AV BLODET

Ved diatermering under hysteroskopi dannes gassene metan, etan acetylen, propan, C3 olefiner, isobutan, n-butan, C4 alken, C4 alkan, C5 hydrokarbon, C6 hydrokarbon, hydrogen (49-51 %), oksygen, nitrogen, karbonmonoksid (25-27 %) og karbondioksid (14). Hydrogen har høy oppløselighet i blodet og anses som ufarlig (14). Karbonmonoksid binder seg derimot til hemoglobin med en affinitet som er cirka 250 ganger høyere enn oksygen. Denne bindingen kalles karboksyhemoglobin og kan være livstruende. Hemoglobinet evne til å transportere oksygen synker, og i ytterste konsekvens kan det resultere i svikt av normal celledyring (12). Studier har vist at nivået til karboksyhemoglobin øker betydelig under kirurgisk hysteroskopi sammenliknet med TURP eller tonsillektomi. Samtidig er det observert forandringer i ST-segmentet hos 50 prosent av pasientene som utførte kirurgisk hysteroskopi (9).

FOREBYGGENDE TILTAK

Retningslinjer som kan forebygge komplikasjoner med gasseboli under hysteroskopi er etterspurt (1). De forebyggende tiltakene er i stor grad knyttet til operasjonsutstyret og utførelsen av operasjonen. Forebyggende tiltak er for eksempel leiring av pasienten i reversert Trendelenburgs leie før kirurgistart. Luft- og gassebolier blir lettere tatt opp i venesystemet om operasjonsfeltet er over hjertehøyde på grunn av trykkgradienten. Samtidig understrekes det at denne teknikken ikke forhindrer gassebolier fra å vandre inn i venene, da det brukes væske med overtrykk for utpiling av uterus og følgelig blir venetrykket fra hjertehøyde motvirket (1, 2, 4).

«Gassebolier kan ikke klinisk skilles fra luftembolier, selv om luftembolier har et betydelig større innhold av nitrogen.»

Gassebolier kan ikke klinisk skilles fra luftembolier, selv om luftembolier har et betydelig større innhold av nitrogen. Studier viser at bruk av dinitrogenoksid (lystgass) som anestesiform, alene eller som tilleggsanestesi, fører til forstørrelse av emboliene (1, 2, 10).

OBSERVASJONER

Alarmgrensene på monitorer og ventilatorer bør innstilles hensiktsmessig under denne type inngrep (16). ST-segmenter bør lagres på skop for på denne måten raskere å vurdere selv små forandringer.

Symptomene ved gass- og lungeemboli er de samme. Ved auskultasjon kan man høre fine rallende/boblende lyder over lungeavsnittene (17). Lungeødem vil gi hypoksemi, noe som kan observeres ved saturasjonsfall og cyanose. Bronkospasme kan sees med høye luftveistrykk og utløses blant annet av gassemboliens irritasjon av endotelet i lungene. I noen tilfeller er det også beskrevet marmorering på hud (3).

For å avdekke om gassemboli har nådd hjertet, bør alle operasjonsstuer ha tilgang til transthorakal ekkokardiografi. Kontinuerlig transøsofagal ekkokardiografi kan avdekke gassembolier i hjertet, samtidig som at det har høyere sensitivitet for å avdekke gassemboli. Transthorakal ekkokardiografi er effektiv og forholdsvis enkel å bruke sammenlignet med kontinuerlig transøsofagal ekkokardiografi. Sistnevnte er mere avansert og vil kreve ekspertise (3). I noen tilfeller kan man auskultere en høy kvernende lyd der gassembolien har entret hjertet - såkalt mill wheel murmur (1).

Det er påvist en sammenheng mellom intravasal væske og forekomst av gassemboli (13). Selv om hemodynamiske forandringer som hypotensjon og takykardi kunne vært knyttet til akutt overvæsking, anses dette som lite sannsynlig da pasientgruppen som utfører denne type inngrep som regel er ASA 1 og ASA 2. Det er forventet at de vil tåle opp til 2000 ml væske uten å utvikle akutt lungeødem. Derfor må det antas at symptomer på lungeødem er et resultat av gassemboliens kaskade (13, 17).

Fall i etCO₂ på mer enn 2 mmHg er en klar indikasjon på gassemboli, spesielt hvis det samtidig er markant fall i blodtrykk. Likevel kan det være gassemboli til stede uten fall i etCO₂ (1, 13).

Det har vist seg at det ved gassemboli oppstår EKG forandringer på skopet, blant annet i ST-segmentet (1, 11). Dette kan indikere akutt høyresidig hjertesvikt. ST-forandringer kan også være tegn på paradoks emboli, hvor denne har ført til en obstruksjon av blodtilførselen til de høyre koronarkar (8). Andre forandringer kan være bradykardi eller takykardi, premature ventrikulære kontraksjoner (VES), ST-depresjon, grenblokk eller asystole.

KARBOKSYHEMOGLOBIN

Karbonmonoksidets binding til hemoglobinet resulterer i karboksyhemoglobin. Denne bindingen vil ikke gi saturasjonsfall, til tross for at det er mindre oksygen i blodet. Kliniske symptomer på forgiftning av karbonmonoksid kan sees ved at hud og slimhinner får frisk rød farge, til tross for mulig livstruende oksygenmangel (9).

TILTAK VED GASSEMBOLI

Hvis ikke anestesilege er fysisk til stede på operasjonsstuen må han eller hun øyeblikkelig tilkalles. 100 prosent oksygen med høy flow må gis umiddelbart. Oksygentilførsel bedrer hypoksi og reduserer størrelsen på nitrogeninnholdet i embolien og fremmer diffusjonen over lungesengen. Spesielt gjelder dette embolier av romluft (1, 11). Videre må det gjøres en rask vurdering av ABC: Airway (luftveier), Breathing (respirasjon) og Circulation (sirkulasjon), og vurdering av eventuell intubering (11).

Gassemboli vil ofte føre til lungeødem. Anbefalingene for aggressiv væsketerapi ved hypotensjon og sirkulatorisk kollaps er sprikende (11, 13). Begrunnelsen for å tilføre væske

er å skape et høyere trykk i sirkulasjonssystemet som kan hindre videre intravasasjon av gassebolier. Inotrope medikamenter er anbefalt som støttende behandling (1, 10, 11).

Anbefalingen om kirurgistans ved gasseboli under hysteroskopi hindrer videre intravasasjon av væske. Inotrope medikamenter bør vurderes fremfor væsketilførsel ved stort væskeoverskudd. Om dette ikke har effekt, eller det hemodynamiske problemet er livstruende, bør anestesiteamet sette i gang med hjerte-lunge-redning. Selv om dette kan føre til økt pulmonal hypertensjon, vil dette kunne løsne gasseboliene fra hjertekamrene og de store pulmonalarteriene. Emboliene blir da transportert over til kapillærene i lungesengen og ventilert ut (1, 10).

«Durants manøver anvendes når det er påvist gasseboli i hjertet.»

Durants manøver anvendes når det er påvist gasseboli i hjertet. Pasienten legges over på venstre side med hodeenden tippet ned - som ved Trendelenburgs leie. Hensikten er å unngå paradoksal emboli; der embolier krysser fra venøs til arteriell side via septumdefekter, som PFO (1, 3). Paradokse gassebolier kan også oppstå ved pulmonale arteriovenøse malformasjoner eller ved at lungefilterets kapasitet for gassebolier er overskredet. Selv om det ikke omtales i litteraturen kan det da tenkes at Durants manøver er best anvendt ved verifiserte septumdefekter og samtidig gasseboli.

KONKLUSJON

Symptomer på gasseboli kan være enkeltstående eller fremkomme i mange ulike kombinasjoner. Det foreligger ingen konkrete handlingsplaner mot uheldige hendelser knyttet til gasseboli under hysteroskopi. Generelle tiltak er økt situasjonsforståelse, vurdering av pasientens A-B-C, varsling til operasjonsteam og anestesilege, kirurgistopp samt oksygenbehandling. Behandlingen og tiltakene som iverksettes ut over dette må rettes mot de symptomer som manifesterer seg. Kunnskap om gassebolier og komplikasjoner er essensielt for å kunne bidra til å forebygge, samt rask identifisere og iverksette adekvate tiltak.

VIDERE FORSKNING

Artikkelen viser behovet for forskning i form av større kvantitative studier hvor eventuelle peroperative gassebolier i leverener og hjerte blir kartlagt ved å bruke ekkokardiografi, samtidig som at det blir foretatt blodgassanalyser pre-, per- og postoperativt. Samtidig hadde det vært interessant å se på leververdiene pre- og postoperativt, knyttet opp mot funn av gassebolier i leverener. At gassebolier vandrer retrograd til leveren er kun omtalt i noen få artikler/rapporter.

REFERANSER

1. Groenmann FA, Peters LW, Rademaker BM, Bakkum EA. Embolism of Air and Gas in Hysteroscopic Procedures: Pathophysiology and Implication for Daily Practice. *Journal of Minimally Invasive Gynaecol* 2008;15(2):241-47.
2. Helsedirektoratet. Gasseboli ved hysteroskopisk kirurgi. Læringsnotat fra Meldeordningen (Læringsnotat IS-0586). Oslo: Helsedirektoratet; 2016.
3. Solbakk KI, Haavind A, Nielsen EW. Venøse gassebolier ved hysteroskopisk kirurgi. Mer regel enn unntak? *NAForum* 2016;29(1):45-51.
4. Sabsovich I, Abel M, Lee CK, Spinelli AD, Abramowich AE. Air embolism during operative

hysteroscopy: TEE-guided resuscitation. *J Clin Anesth* 2012;24(6):480-86.

5. Bloomstone J, Chow CM, Isselbacher E, Van Cott E, Isaacson KB. A pilot study examining the frequency and quantity of gas embolization during operative hysteroscopy using a monopolar resectoscope. *J Am Ass Gynaecol Laparoscop* 2002;9(1):9-14.

6. Muth CM, Shank ES. Gas Embolism. *N Engl J Med* 2000;342:476-82.

7. Leibowitz D, Benshalom N, Kaganov Y, Rott D, Hurwitz A, Hamani Y. The incidence and haemodynamic significance of gas emboli during operative hysteroscopy: a prospective echocardiographic study. *Eur J Echocardiog* 2010;11(5):429-431.

8. Dyrbye BA, Overdijk LE, van Kesteren PJ, de Haan P, Riezebos RK, Bakkum EA, Rademaker BM. Gas embolism during hysteroscopic surgery using bipolar or monopolar diathermia: a randomized controlled trial. *Am J Obstetr Gynecol* 2012;207(4):271.

9. Overdijk LE, van Kesteren PJ, de Haan P, Schellekens NC, Dijksman LM, Hovius MC, van den Berg RG, et al. Carboxyhaemoglobin formation and ECG changes during hysteroscopic surgery, transurethral prostatectomy and tonsillectomy using bipolar diathermy. *Anaesth* 2015;70(3):296-303.

10. Miller RD, Cohen NH, Eriksson LI, Fleisher LA, Weiner-Kronish JP, Young WL. *Miller's Anesthesia*. Eighth Edition. Volume 1 & 2. Philadelphia: Churchill Livingstone Elsevier; 2015.

11. O'Dowd LC, Kelley MA, Mandel J, Finlay G. Air embolism. UpToDate. Hentet 01.05.2016 fra <http://www.uptodate.com/contents/air-embolism>.

12. Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD. Morgan & Mikhail's *Clinical Anesthesiology*. New York: Lange Medical Books/McGraw Hill Medical Pub. Division; 2013.

13. Rademaker BM, van Kesteren PJ, de Haan P, Rademaker D, France C. How Safe Is the Intravasation Limit in Hysteroscopic Surgery? *J Minimally Invasive Gynaecol* 2011;18(3):355-360.

14. Munro MG, Weisberg M, Rubinstein E. Gas and Air Embolization during Hysteroscopic Electrosurgical Vaporization: Comparison of Gas Generation Using Bipolar and Monopolar Electrodes in an Experimental Model. *J Am Ass Gynaecol Laparoscop* 2001;8(4):488-94.

15. Flin R, O'Connor P, Crichton M. *Safety at the sharp end. A guide to non-technical skills*. Farnham: Ashgate Publishing Ltd; 2008.

16. Norsk Anestesiologisk Forening (NAF), Anestesisykepleiernes Landsgruppe av Norsk Sykepleierforbund (ALNSF). Norsk standard for anestesi. Tilgjengelig fra <http://nafweb.no/?wpdmdl=987> (nedlastet 02.05.16)

17. Almås H, Stubberud DG, Grønseth. *Klinisk sykepleie 1*. Oslo: Gyldendal Akademisk; 2011.