

ANTENNELSE AV TARMGASS UNDER OPERATIVE INNGREP

BAKGRUNNSMATERIALE FOR EN RISIKOANALYSE

I 1995 skjedde det en tarmgass-eksplosjon under et operativt inngrep på Rikshospitalet. Saken ble oversendt hospitalets skadeutvalg, som ikke tidligere hadde behandlet noen slik hendelse. Tarmgasseksplosjoner er allikevel rapportert en del ganger i litteraturen, selv om de inntreffer svært sjeldent. På bakgrunn av hendelsen og en risiko for gjentakelse som ikke er null, fant Medisinsk-teknisk avdeling det riktig å finne frem og bearbeide noe av den kunnskap som foreligger.

Generelt

En del gassblandinger er brennbare. En gassblanding med bare en gass er ikke brennbar. I tykk-tarmen hos friske personer kan det dannes metan og hydrogen, som begge er brennbare sammen med f.eks. oksygen. Brannforløpet kan skje lynraskt, og forløpet kan bli eksplosjonsartet og dramatisk dersom det dreier seg om store nok gassmengder, og spesielt dersom gassen er innestengt i et lukket rom.

Under medisinske inngrep er den mest sannsynlige antennelseskilde gnist fra bruk av diatermi, men oppvarmet kauter-tråd eller gnist fra elektrostatisk utladning kan ikke utelukkes som kilde.

Normaltilfelle

Tilførsel av gass til tarmsystemet hos en frisk person skjer:

- ved svelget luft (oksygen og nitrogen),
- ved tilførsel av blodgasser (oksygen, karbondioksyd, nitrogen)
- fra bakterie-metabolisme (karbondioksyd, metan, hydrogen)

I mave og tynntarm: gassinnhold p.g.a. svelget luft (nitrogen og oksygen). Ingen bakterie-produserte gasser. I mave og tynntarm er det derfor normalt ikke antenkelige gasser.

I colon: generelt vil gassinnholdet være bestemt av gass transportert fra tynntarmen, blodgassene, samt bakteriemetabolisme. Bakteriene vil forbruke oksygen, og oksygen-konsentrasjonen vil være fallende utover i colon. Dersom peristaltikken er livlig, kan svelget luft fra mavesekken passere frem til rektum på under en time, og oksygenet vil da ikke nødvendigvis være brukt opp. Bakteriene produserer karbondioksyd, metan, og hydrogen. Eksplosjonsfarlige blandinger kan dannes, eventuelt med ekstra tilførsel av oksygen fra luft gjennom åpning til tarmen. Det passerer normalt ca 0,6 liter gass per rectum pr dag. Gassproduksjonen er meget avhengig av dietten, som tabellen nedenunder viser.

Det har vært utført endel målinger, men mange av dem er gamle. Ruges analyse fra 1872 ga følgende resultat for uttrukket gass fra colon.:

	<i>Melkediett</i>	<i>Kjøtt-diett</i>	<i>Grønnsak-diett</i>	<i>Fries</i>
CO₂	16,8 %	13,6 %	34,0 %	10,3
metan	0,9	37,4	44,6	0,7
hydrogen	43,9	3,0	2,3	29,6
nitrogen	38,4	46,0	19,1	59,4

Høyere kolonne er fra Fries arbeid, som er av nyere dato (1902) hvis man kan uttrykke det slik, og gjelder gass-innhold i flatus.

Tabellen viser hvor diett-avhengig gassinnholdet er, særlig hydrogeninnholdet. Dersom dietten inneholder antibiotika slik at bakterie-metabolismen reduseres, vil produksjon av både metan og hydrogen synke.

I colon er det derfor normalt brennbare gasser, og kanskje nok oksygen til å underholde en forbrenning.

Under inhalasjons-narkose

Den viktigste endring ved inhalasjonsnarkose med lystgass (dinitrogenoksyd, N₂O), er at lystgass inngår istedet for luftens nitrogen. Nitrogen løst i kroppsvæskene vaskes ut og erstattes av lystgass. Det kan ha vidtrekkende følger for eksplosjons-risikoen. Nitrogen underholder ikke forbrenning, men brukes jo bl.a. for å

slukke branner. Lystgass derimot underholder forbrenning på samme måte som oksygen. Hydrogen og oksygen i passende blanding danner som kjent knallgass, som er eksplosiv. Hydrogen og lystgass kan også gi en eksplosiv blanding, og med følgende endrete egenskaper:

- mer frigjort energi ved eksplosjonen
- blanding eksplosiv over et noe større blandingsområde
- høyere tennenergi

Eksplosjonsfare i colon kan derved være øket ved lystgassnarkose. Selv ved lavt oksygen-innhold i colon kan lystgass-innholdet gjøre blandingen eksplosiv.

Tarmpreparering

Ved siden av dietten, er det enighet i litteraturen om at tarmpreparering spiller en stor rolle for gassutviklingen. Preparering med mannitol øker innholdet av hydrogen. Tarmskylling og klyster minsker gassinnholdet. Antibiotika i dietten vil som nevnt ovenfor minske gassproduksjonen.

Patologi

Som nevnt vil det normalt ikke forefinnes brennbare gasser i mavesekk og tynntarm. Men dersom det finnes obstruksjoner, slik at maten stopper opp og gjæringsprosesser starter lokalt, vil det også kunne være brennbare gasser i mavesekk og tynntarm.

Eksempler i litteraturen

Mave og tynntarm

CARROLL (1964) rapporterer eksplosjon da mavesekk ble åpnet ved bruk av diatermi. Duodenum var obstruert, og pasienten hadde fått lystgass-anestesi.

VELLAR et al (1986) rapporterer eksplosjon i jejunum ved bruk av diatermi. Pasienten hadde obstruerende sklerotiserende peritonitt. Det ble brukt lystgassanestesi.

EARNSHAW et al (1989) rapporterte eksplosjon ved bruk av diatermi for åpning av mavesekken. Maven var moderat dilatert på grunn av et inoperabelt carcinom i pylorus. Det ble brukt lystgass-anestesi.

JOYCE et al (1989) rapporterte eksplosjon ved bruk av diatermi ved åpning av mavesekk. Det var obstruksjon i ileum. Anestesitype ikke nevnt.

BROWN et al (1994) rapporterte eksplosjon ved åpning av ileum med diatermi. Indikasjon var strikturer i ileum. Det ble brukt lystgass-anestesi.

Colotomi

BARRKMAN (1965) rapporterte eksplosjon da coecum ble åpnet med diatermi.

ALTOMARE et al (1993) rapporterte eksplosjon ved åpning av colon. Pasienten hadde fått spesiell diett, men en mislykket klyster dagen før inngrepet. Anestesi-type ikke nevnt.

Coloskopi

LIEBERMAN (1944) rapporterte eksplosjon ved fjerning av stor polypp i sigmoideum, 13 cm fra anus, med bruk av fulgurerende diatermi. Det ble ikke gitt anestesi.

BIGARD et al (1979) rapporterte fatal eksplosjon i colon under colonoscopisk polypektomi etter tarmpreparering med mannitol per os.

Generelle artikler

GALLEY (1954) Combustible gases generated in the alimentary tract and other hollow viscera and their relationship to explosions during anesthesia. Her drøftes muligheten for at det produseres brennbare gasser fra bruk av kauter eller diatermi f.eks. i blære, og initielt med lite oksygen tilstede. Likeledes refereres det til brennbare gasser fra mave.

LEVY (1954) Explosions during lower bowel electrosurgery. Gjennomgår hvilke blandingsforhold som er eksplosive, drøfter bruk av CO₂-gass for utlufting.

RAGINS et al (1974) The explosive potential of colonic gas during colonoscopic electrosurgical polypectomy. Rapporterte at 43% av de undersøkte pasientene hadde eksplosiv gassblanding i rectum (ikke-preparert tarm), ingen med renset tarm hadde eksplosiv blanding.

BOND et al (1975) Factors affecting the concentration of combustible gases in the colon during colonoscopy. Fant ikke eksplosive blandinger på noen av de 60 undersøkte pasienter for colonoscopy. Mente det var unødvendig å bruke CO₂-insufflasjon.

BOND et al (1977) Gastrointestinal gas: facts and fallacies. En generell og grei gjennomgang av gass i tarm.

AVGERINOS et al (1984) Bowel preparation and the risk of explosion during colonoscopic polypectomy. Anbefalte at rutine-insufflasjon kan skje med luft, men dersom tarmen er blitt preparert med mannitol bør det brukes CO₂.

Gassdata

AGA Gas Handbook (1985)

Konklusjon

1. Hos friske personer finnes det vanligvis eksplosjonsfarlige gassblandinger i colon, men forholdet er avhengig av dietten. I mave-tynntarm finnes det vanligvis ikke farlige gassblandinger.
2. Obstruksjoner i mave-tarm-kanalen kan gi eksplosjonsfarlige blandinger også i mave- tynntarm.
3. Normalt vil tarmpreparering bringe gassnivået utenfor det eksplosive området, i alle fall i colonoscopi.
4. Eksplosjon kan skje uten oksygen, dersom lystgass er til stede.

RH, 16.januar 1996

Sverre Grimnes
prof. dr.philos.