

Brugen af CO₂ indikator ved intubation

Espen Cramer Korsvold

Scand J Trauma Resusc Emerg Med 2005; **13** ; 35-38

¹ Anæstesisygeplejerske, Århus Sygehus, Danmark

Correspondence

Espen Cramer Korsvold
E/L Anæstesi., Århus Sygehus
8000 Århus C
Denmark
E-mail; eckor@as.aaa.dk

ABSTRACT:

Undetected esophageal intubation is catastrophic and may happen to even the most experienced and skilled operator.

Normally, carbon dioxide (CO₂) is present only in the trachea and, therefore, it is one of the most reliable indicators of a correct placement of the endotracheal tube.

A CO₂ indicator is a pH sensitive chemical indicator which changes colour when exposed to CO₂.

It identifies tracheal intubation with the same accuracy as a capnograph. The indicator is less accurate at esophageal intubation, but its precision increases substantially when it is read after 6 full breaths.

It is important to observe that when the detector is used on patients with cardiac arrest/low cardiac output, it may show low CO₂ readings, even if the tube is correctly placed in the trachea. The detector may give an indication of how efficient the CPR is, and may suggest the patient's possibility of surviving in the short term.

When moving or during transportation of patients the detector may detect and warn about a possible misplacement of the tube.

Because of its small size, the detector is especially suitable in emergency situations and during prehospital intubations. It is also easy to use, cheap to buy, it needs no power supply, it comes in both an adults model and one suitable for children and it is ready to use right away.

The CO₂ detector should always be used at tracheal intubation if a capnograph is not available, and during CPR also as a treatment indicator.

Indledning

Uopdaget esophagus intubation er katastrofal, og kan ske for selv den mest erfarende og rutinerede "operatør".

Som vi ved, er carbondioxid (CO₂) en af de bedste indikatorer for om trakealtuben er korrekt placeret i trakea, og ikke fejlplaceret i esophagus. CO₂ måles ved hjælp af en kapnograf eller en kemisk CO₂ indikator.

I mit daglige arbejde på en anæstesiaafdeling, bruger vi ved de fleste intubationer kapnograf, klinisk vurdering, samt stetoskopering til at afgøre trakealtubens placering.

En kapnograf er imidlertid ikke altid tilgængelig alle steder. Dette gælder specielt ved intubation i akutte situationer (eks hjertestop) og ofte præhospitalt, hvor behovet for en CO₂ identifikation måske, er allerstørst.

CO₂ indikatorer bruges som standard udstyr af ambulancepersonel, ved præhospital intubation, flere steder i verden, og den bruges også på hospitaler. (1, 2, 3).

Efter selv at have prøvet CO₂ indikator, ved nogle intubationer, med godt resultat, vil jeg gerne finde ud om CO₂ indikatoren er et pålidelig hjælpemiddel.

Metode

Denne artikel er skrevet ud fra en kritisk gennemgang af overvejende engelske artikler fundet på "Medline". Jeg har søgt på "Medline", med søgeordene "CO₂ indikator intubation", og de samme søgeord er brugt på søgemaskinerne "Google" og "Kvasir". Jeg har specielt lagt vægt på nyere oversigtsartikler.

CO₂ dannelse og forekomst

Kroppens celler optager oxygen og udskiller CO₂ som en del af deres basale metaboliske proces. Det cardiopulmonale system optager den nødvendige mængde oxygen fra lungerne, og transporterer det via arterierne til det kapilære system, hvor udvekslingen af oxygen og CO₂ finder sted. Derfra transporteres CO₂ via det venøse system til lungerne, hvor det udskilles ved expiration. CO₂ findes naturligt kun i lungerne og luftvejene, og tilstedeværelsen af CO₂ er derfor det sikreste tegn på at trakealtuben er i luftvejene og ikke i esophagus.

Kemisk CO₂ indikator

En kemisk CO₂ indikator, er en pH følsom kemisk indikator der skifter farve når den udsættes for CO₂. Indikatoren, består af et plastik hylster, af varierende udformning, der indeholder det CO₂ følsomme stof.

CO₂ indikatoren skifter fra den lilla farve den har når den udsættes for atmosfærisk luft (0,03kPa til 0,5kPa CO₂), til en gul farve, når den udsættes for CO₂ (2kPa til 5kPa). Det kemiske stof reagerer så hurtigt på CO₂ påvirkningen, at den skifter farve ved hver inspiration og hver expiration. CO₂ indikatoren placeres fysisk mellem trakealtuben og anæstesisystemet. Den kan også bruges mellem en trakealtube og for eksempel en "Ambupose".

Indikatoren kan, ligesom kapnografen, IKKE VISE, hvor trakealtuben er placeret i bronkiesystemet, som for eksempel en placering ned i højre hovedbronkus. (4, 5).

Eksempel på en CO₂ indikator

Easy Cap II er en indikator til patienter over 15 kg, og den har et "death space" på 25ml.

Pedi-Cap er en indikator til patienter mellem 1 og 15 kg, og den har et "death space" på 3ml.

De har 3 indikationsfarver; Lilla, brun og gul.

Den lilla farve (Farve A) er et resultat af at indikatoren er udsat for en CO₂ på mellem 0,03kPa til 0,5kPa. Dette er et tegn på at trakealtuben enten ikke er korrekt placeret i trakea, eller at trakealtuben er i trakea, men at der er meget lavt cardiac output (for eksempel ved ineffektiv genoplivning (CPR)), eller hypokapni. (5, 6).

Den brune farve (Farve B) er et resultat af at indikatoren er udsat for en CO₂ på mellem 0,5kPa og 2kPa. Dette er et tegn på at der enten er tale om at tuben er placeret i esophagus hvor der er ophobet CO₂ eller at tuben er korrekt placeret i trakea, men at lungeperfusionen er lav.

Den gule farve (Farve C) er et resultat af at den er udsat for en CO₂ på mellem 2kPa og 5kPa. Dette er tegn på at tuben er korrekt placeret i trakea. (5, 6).



Fig. 1. Billede er frit stillet til rådighed af Infiniti medical A/S (6).

Bekræftelse af trakealtubens placering

Vi har flere kliniske metoder til at bekræfte trakeal tubens placering, metoder som af og til fejler. Metoder som for eksempel at se thorax bevæge sig, bilateral stetoskopering efter luftskifte i lungerne og stetoskopering af ventriklen. Den sikreste metode i korrekt trakeal tube placering er at se tuben passere ned igennem stemmelæberne. Den næst bedste metode er målingen af ETCO₂. (4).

ETCO₂ måling kan skille mellem endotrakeal og esophagal placering, da CO₂ normalt udåndes via trakea, og derfor sjældent findes i esophagus. (4, 7).

Gennemgang af relevante artikler

Der er skrevet en del artikler og lavet flere undersøgelser på hvor effektiv og korrekt CO₂ indikatorerne er, og de vil jeg nu kikke lidt nærmere på;

En norsk undersøgelse konkluderer, efter praktiske forsøg, at indikatoren fra første ventilation, viser korrekt endotrakeal

placering. Når det gælder esophagal placering, mener artiklens forfattere at indikatoren, misvisende kan vise en korrekt endotrakeal placering, når placeringen reelt er esophagal. Dette kan forekomme, fordi indikatoren er meget følsom for lav CO₂. I undersøgelse, er der ventileret 4 gange inden aflæsning af indikatoren. (8, 9) Producenterne af CO₂ indikatorerne, præciserer i sin produktinformation, at der skal ventileres 6 gange inden indikatoren aflæses. Disse 6 ventilationer, fjerner eventuel CO₂ der er kommet ned i esophagus/ventriklen ved maskeventilering. (4, 5).

Man har hørt om hvordan indtagelse af kulsyreholdige væsker kan give falsk CO₂ "svar" fra ventriklen, så man tror at man har en korrekt placeret trakealtube. Man kan forestille sig at præ-ventilation med maske/bag inden intubationen, kan give falske CO₂ "svar", ved at vi, ved ventilationen kan presse luft ned i ventriklen.

Dette er ikke tilfælde, konkluderer MS Blend efter at have udført en dyreundersøgelse. Han konkluderer videre at man kan sikre sig mod fejltolkninger i disse tilfælde, ved at ventilere 6 gange inden aflæsning, da fejl tolkningen forekommer umiddelbart efter indtagelse/ventilering.

Ved Blends undersøgelse, indikerede CO₂ indikatoren korrekt alle 21 trakeale og 33 esophagale intubationer. Forsøgene blev foretaget på nyfødte griser, på mellem 2,11 og 3,0kg. (4).

Blend har også afprøvet CO₂ indikatoren på totalt 237 børn under operation og transport. Denne undersøgelse viste kun en fejltolkning af CO₂ indikatoren, en indikation på fejlplacering, trods i at tuben var korrekt placeret i trakea. Det pågældende barn var et præmaturnt barn med meget kraftig hypokapni med CO₂ på 16mmHg. Blends mener at det pågældende barns tidal volumen og CO₂ indholdet var for lavt for farveskifte i CO₂ indikatoren. Barnets tidal volumen indeholdt ca 0,37% CO₂, og indikatorens laveste følsomhed, har vist sig at være 0,54% CO₂. Han konkluderer endvidere at havde barnet haft en vægt på 2kg, med samme høje CO₂, så ville indikatoren vist en korrekt trakeal placering. (4).

Et interessant spørgsmål er om hvordan CO₂ indikatoren klarer sig i sammenligningen med capnografen. Hogg og Teece har publiceret i Emergency Medicine Journal i maj 2003, en gennemgang af totalt 69 artikler/undersøgelser, hvoraf 4 var relevante i forhold til ovennævnte problemstilling. Forfatterne fandt ikke nogen undersøgelser der specifik er udført i en akut afdeling på akutte pt. Konklusionen i deres gennemgang, er at CO₂ indikatoren er lige nøjagtig som capnografen når det gælder at identificere trakeal intubation, men indikatoren er potentielt mindre præcis i at identificere esophagal intubation. (10).

Et klinisk forsøg på intubation af 45 nyfødte, viser at brugen af CO₂ indikator i forhold til klinisk verifikation af tubeplacering, giver en stor tidsbesparelse. Undersøgelsen viser at man i gennemsnit sparer ca 30 sekunder på at bruge CO₂ indikatoren i forhold til at man bruger "klassisk" klinisk verifikation af trakealtubens placering. Dette er en betydelig besparelse, når

det gælder små, meget følsomme, børn. CO₂ indikatoren gør det muligt at man meget hurtigere kan identificere en fejlplaceret trakeal tube, og reintubere trakealtuben til en korrekt placering indenfor kort tid. (11).

Der er lavet en østrigsk undersøgelse, publiceret i januar 2004, hvor man undersøgte en af de nyeste typer CO₂ indikatorers sikkerhed og effektivitet. Patient gruppen bestod af patienter i planlagt generel anæstesi, langtid ventilerede intensivpatienter, akut dårlige patienter og patienter under transport med varighed op til 4 timer.

Intensiv patienterne fik placeret en ekstra trakealtube i esophagus.

CO₂ indikatoren viste ingen fejlresultat, i nogen af patientkategorien, og den viste sig at være effektiv i alle patient kategorier.

Forfatterne konkluderer at CO₂ indikatoren kan være et sikkert redskab til at vurdere og kontrollere trakeal tubens placering. (12).

En undersøgelse af 566 patienter med præhospitalt hjertestop, er udført i San Diego, USA. Kriteriet for adgang til undersøgelsen var at patienterne skulle have fået "egen" puls tilbage præhospitalt, og den skulle være ved til ankomst sygehus. Der blev brugt en CO₂ indikator ved intubation, og tubeplaceringen blev kontrolleret ved ankomst til sygehus.

99,8% af trakealtuberne var korrekt placeret ved kontrollen på sygehuset.

I et tilfælde hvor man havde haft både farveskifte på CO₂ indikatoren og klinisk bekræftelse på korrekt placering, var tuben placeret i esophagus ved ankomst til sygehuset.

Forfatterne konkluderer ud fra undersøgelsen, at det ser ud som man kan stole på CO₂ indikatoren, ved trakeal intubation af patienter med hjertestop udenfor sygehus. (13).

Når CO₂ indikatoren viser positiv trakeal placering ved CPR, betyder det at tuben er korrekt placeret. Men når den viser negativ trakeal placering, betyder det at noget er galt. Det kan for eksempel være at cardiac output er alt for lavt, eller at tuben er placeret i esophagus. Et negativt resultat vil altid kræve en anden metode for at bekræfte trakealtubens placering. Det værste der kan ske i en sådan situation, vil være at vi fjerner en korrekt placeret trakealtube. Og ikke den meget mere alvorlige situation, der kan udvikle sig livstruende for patienten, at vi ventilerer på en trakeal tube placeret i esophagus. (4).

Der er i Miami, USA, lavet en undersøgelse med brugen af CO₂ indikator, ved trakeal intubation af 110 patienter der krævede akut intubation, enten som følge af respirationsproblemer (53 patienter) eller hjertestop (57 patienter).

Indikatoren havde en høj følsomhed (98%) ved intubation af de patienter med respiratoriske problemer. Følsomheden var betydeligt lavere hos patienterne med hjertestop og lavt cardiac output (62%).

Endvidere så undersøgelsen på om der var sammenhæng mellem CO₂ niveauet og udfaldet af genoplivningsbehandlingen.

Konklusionen blev at ingen af de patienter der havde et CO₂ niveau under 2%, blev genoplivet. De patienter med CO₂ niveau på 2% eller højere, havde betydeligt større succes med genoplivningen. (14).

American Heart Association anbefaler at man bruger et hjælpemiddel til at bekræfte korrekt trakeal placering, efter man har udført den kliniske kontrol. I et nyhedsbrev fra "Center for pediatric emergency medicine", konkluderes der, at CO₂ indikatoren er det hjælpemiddel der er mest nøjagtig til den ovennævnte kontrol. Dens præcision synker kun når der er tale om hjertestop, hvor cardiac output er utilstrækkelig. (7).

I kursus bogen til "Basic and Advanced Prehospital Trauma Life Support" konkluderes der med at klinisk verifikation af trakealtube placering ikke er tilstrækkeligt. De sier at udbredelsen af kapnografer præhospital begrænses af økonomiske årsager, og at man derfor bør bruge kombinationen af klinisk vurdering og enten en CO₂ indikator eller en såkaldt esophagus detektor. (15).

Medicinal firmaet, Wolfe Tory, har et bud på hvor præcis CO₂ indikatoren er i nogle kliniske scenarier;

Tabel 1 er oversat fra engelsk til dansk fra tabel i reference 16.

Kliniske scenarier	CO ₂ indikatorens præcision
-Hovedskade/ændret mental status	Meget præcis
-Traume patient	Meget præcis, obs ved lav Cardiac output
-Hjertestop	Ofte upræcis
-Lunge ødem	Nogle falske negative
-Bronkospasme/KOL	Sjældent falske negative
- Sygelig fedme	Meget præcis
-Børn	Præcis

Fordele ved brugen af CO₂ indikator

Indikatoren er lille, transportvenlig, den skal ikke varmes op eller kalibreres og er derfor umiddelbart klar til brug.

Den er ikke afhængig af strømforsyning.

CO₂ indikatoren varsler om tubeforskydning ved forflytning/transport af patienten.

Det er nemt at lære at bruge en CO₂ indikator, det eneste der kræves er at vide hvor den skal placeres, og hvad de forskellige farverindikationer betyder.

Indikatoren indikerer om behandlingen ved CPR er god nok.

Den fås i både børn og voksen model, der kan bruges fra små børn på 1kg og op til de tyngste voksne.

Death space i indikatoren er lille, 25ml i den voksne model og 3ml i børne modellen.

Indikatoren fungerer pålidelig i 2 timer.

CO₂ indikatoren har en holdbarhed på ca 1år, i uåbnet pakning.

CO₂ indikatoren er relativt billig i indkøb, da den koster ca 100 norske kroner inkluderet moms. (4, 6, 12).

Ulemper ved CO₂ indikatoren

Permanent farvning af CO₂ indikatoren kan forekomme, ved

direkte forurening af intratrakeale medikamenter, mavesafter og lungeødemvæske. (4).

Dog gælder den permanente farvning kun ved direkte forurening. En undersøgelse viser at dens funktion ikke påvirkes ved indirekte påvirkning af anæsthesigas, N₂O, eller intratrakeal medicin (atropin, adrenalin, lidocain, naloxon). (17).

Indikatoren kan være svær at aflæse i mørket, og den har ingen alarmer. (17).

Indikatoren kan have små farvevariationer ved lav CO₂, der for eksempel kan forekomme ved genoplivningsbehandling. Dette kan vanskeliggøre en hurtig definitiv vurdering af trakeal tubens placering.

De nødvendige 6 ventilationer, inden aflæsning, kan øge risikoen for aspiration, hvis trakeal tuben er fejlplaceret i trakea.

Konklusion

CO₂ indikatoren er lige præcis i å identificere trakeal intubation, som en kapnograf er. Indikatoren er mindre præcis ved esophageal intubation, men dens præcision øges betragtelig når man ventilerer patienten 6 gange inden man aflæser indikatoren.

Man bør være opmærksom ved brugen af CO₂ indikatoren ved intubation af patienter med hjertestop/lavt cardiac output, da den kan give lave CO₂ værdier, trods i korrekt placeret trakealtube.

Ved CPR kan indikatoren give en pejlepind på effektiviteten af genoplivningsbehandlingen, og den kan, måske, give en pejlepind på patientens korttidsoverlevelsesmuligheder.

CO₂ indikatoren bør altid bruges ved trakeal intubation, hvis en kapnograf ikke er tilgængelig, og som en behandlings indikator ved genoplivning.

Den er meget anvendelig i det præhospitale arbejde, den er lille, den er nem at bruge, den er billig, den har intet strømbehov, og den er klar til brug med det samme.

(4, 7, 9, 10, 14, 17).

Referencer

1. "Medical Procedure 4.18", www.co.broward.fl.us/, lest november 2004.

2. "ALS Procedures" Counta Costra County Prehospital Care Manual, Page 29-31. 12/2002.
3. Knappschafts Krankenhaus Bochum Langendreer, Klinik der Ruhr-Universität Bochum, www.intensivtherapie.de, lest November 2004.
4. Bhende MS. "End-tidal carbon dioxide detectors –are they useful in children?". *J Postgrad Med* 1994; 40:78-82.
5. Nellcor. "CO₂ Detection, The standard for easy, immediate verification of CO₂ in exhaled gases". Nellcor Tyco Healthcare.. www.nellcor.com, lest November 2004.
6. "Easy Cap II CO₂-detektor" Produktinformation fra Infiniti Medical AS - Øvre Storgate 86 - 3018 Drammen, Norge.
7. "Task analysis: Secondary Confirmation of Tracheal Tube Placement" A quarterly newsletter from center for pediatric emergency medicine, volume 3, number 2, spring 2001, www.cpem.org/newsletter, lest November 2004.
8. Puntervoll, Soreide, Jacewicz, Bjelland, "Rapid detection of oesophageal intubation; take care when using colorimetric capnometry", *Acta Anaesth Scand* 2002; 46: 455-457.
9. Puntervoll SA, Søreide E, Jacewicz W, Bjelاند E. "Colibri colorimetric technology rapidly detects oesophageal intubations" 19th International Symposium on Intensive Care and Emergency medicine, poster abstracts, Brussels, Belgium 16-19 March 1999.
10. Hogg K., Teece S. "Colourmetric CO₂ detector compared with capnography for confirming ET tube placement", *Emerg Med J* 2003, 20; 265-266.
11. Aziz HF, Martin JB, Moore JJ. "The pediatric disposable end-tidal carbon digoxin detector role in endotracheal intubation in newborns". *J Perinatol* 1999; 19: 110-113.
12. Rabitsch, Nikolic, Schellongowski, Kofler, Kraft, Krenn, Staudinger, Locker, Knobl, Hofbauer, Frass, "Evaluation of an end-tidal portable ET CO₂ colorimetric breath indicator". *Am J Emerg Med* 2004; 22: 4-9.
13. Hayden SR, Sciammarella J, Viccellio P, Thode H, Delagi R. "Colorimetric end-tidal CO₂ detector for verification of endotracheal tube placement in out-of-hospital cardiac arrest". *Acad Emerg Med* 1995; 2: 499-502.
14. Varon AJ, Morrina J, Civetta JM. "Clinical utility of a colorimetric end-tidal CO₂ detector in cardiopulmonary resuscitation and emergency intubation", *Journal of Clin Monit* 1991; 7: 289-293.
15. "Basic and Advanced Prehospital Trauma Life Support", Fifth Edition, 2003, Mosby Inc. Missouri, USA.
16. "Esophageal intubation detection" Wolfe Tory Medical Inc. www.wolfetory.com, lest November 2004.
17. Petroianu GA, Maleck WH, Bergler WF, Altermannsberger S, Rufer R. "Preliminary observations on the Colibri CO₂-indicator", *Am J Emerg Med* 1998; 16: 677-680.