



**Institutt for sykepleie og helsefremmende arbeid,
Pilestredet,
Fakultet for helsefag**

Kandidatnummer: 104, 119 _____

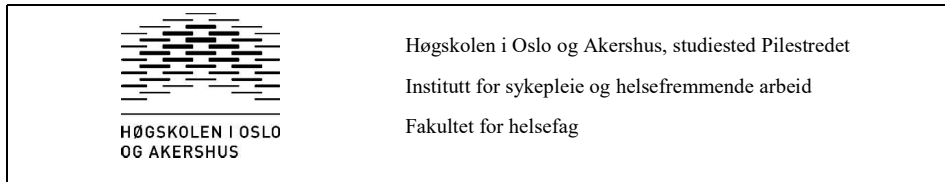
Eksamensnavn: PARA3900: Bacheloroppgave _____

Dato: 26.05.2017 _____

Klasse: A _____

Kull: 2014 _____

Antall ord: 10 600 _____



Prehospital håndtering av traumatisk hodeskade

**For bachelorutdanningen i Prehospitalt arbeid - paramedic ved
Høgskolen i Oslo og Akershus, studiested Pilestredet.**

Av Thomas Bjærum Bjorvand & Stian Myklebust

Kandidatnummer: 104, 119

Eksamensnavn: PARA3900: Bacheloroppgave

Dato: 26.05.2017

Kull: 2014

Antall ord: 10 600

Forord

Vi ønsker å takke vår veileder Tirill Medin for å ha veiledet og villedet oss i arbeidet med denne oppgaven. Du har vært svært tålmodig, og gitt oss gode konstruktive og konkrete tilbakemeldinger. Uten deg ville oppgaven garantert sett annerledes ut.

Vi ønsker også å takke Ida Charlotte Svege ved Nasjonalt traumeregister og Morten Hestnes ved Traumeregisteret Oslo universitetssykehus Ullevål for statistikk til oppgaven vår. Videre vil vi gi en varm takk til førsteamanuensis Trine Staff for at du alltid stiller opp, og for at du hjalp oss i kontakt med de rette folkene. En takk går også ut til Svein Sjøstjern, Paramedic ved Oslo universitetssykehus HF, for å ha sett over oppgaven og kommet med gode tilbakemeldinger.

Takk til alle som har gjort denne utdanningen mulig.

Oslo, 26. mai 2017
Thomas Bjærum Bjorvand
Stian Myklebust

Sammendrag

Introduksjon:

Traumatisk hodeskade er et økende verdensproblem, og årsak til betydelig funksjonsnedsettelse og død. Tilstanden medfører store samfunnskostnader og påkjenninger for enkeltpersoner, deres familier og lokalsamfunn. Av de som overlever en moderat til alvorlig hodeskade regner man med at mellom 50 til 99 prosent får en viss form for nevrologisk sekvele. Flere av disse er forårsaket av sekundær hjerneskade. Dette indikerer at prognosen ikke bare er et resultat av den primære skaden, og at tidlig behandling kan ha avgjørende konsekvenser for pasienten. Hensikten med studien er å sammenfatte oppdatert forskning om prehospitaal håndtering av traumatisk hodeskade: hvordan kan paramedic begrense sekundær hjerneskade.

Metode:

Litteraturstudie bestående av ni vitenskapelige artikler, hvorav tre systematiske oversiktsartikler, to oversiktsartikler, en artikkel fra et evidensbasert oppslagsverk, en komparativ studie, en retrospektiv studie, og en retrospektiv analyse.

Resultat:

Hypoksi og hypotensjon er skadelig, og kombinasjonen kan øke dødeligheten med 7 til 14 ganger. Det er direkte sammenheng mellom økt dødelighet og intubasjon av personell med begrenset klinisk funksjon og erfaring. Hypokapni og hyperkapni er assosiert med økt dødelighet, og det anbefales å bruke isotone krystalloider til væskebehandling.

Diskusjon og Avslutning:

God prehospitaal håndtering innebærer opprettholdelse av tilstrekkelig og stabil cerebral perfusjon. Ved å sørge for at pasienten har frie luftveier, er tilstrekkelig oksygenert, ventilert og sirkulert, vil paramedic kunne begrense sekundære hjerneskader. Ved å begrense sekundære hjerneskader vil man ikke bare redusere dødeligheten, men også forekomsten av nevrologiske sekveler. Derimot ser det ut til at det trengs mer forskning, fortrinnsvis randomiserte kontrollerte studier for å bestemme effekten av de prehospitale tiltakene.

Innholdsfortegnelse

1.0	INTRODUKSJON	7
1.1	Bakgrunn for valg av tema	7
1.2	Problemstilling.....	8
1.3	Avgrensning og begrepsavklaring	8
1.4	Hensikt.....	9
1.5	Oppgavens disposisjon	10
2.0	TEORI	11
2.1	Paramedic	11
2.2	Fysiologi	12
2.3	Patofysiologi.....	13
2.4	Prehospital håndtering og behandlingstiltak.....	15
3.0	METODE	17
3.1	Søkestrategi	17
3.2	Presentasjon av forskningsartikler.....	19
3.2.1	Experience in Prehospital Endotracheal Intubation Significantly Influences Mortality of Patients with Severe Traumatic Brain Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis	19
3.2.2	Balancing the Potential Risks and Benefits of Out-of-Hospital Intubation in Traumatic Brain Injury: The Intubation/Hyperventilation Effect.....	20
3.2.3	Effects of PaCO ₂ derangements on clinical outcomes after cerebral injury: A systematic review.....	20
3.2.4	Redefining hypotension in traumatic brain injury.....	21
3.2.5	Traditional systolic blood pressure targets underestimate hypotension-induced secondary brain injury.....	21
3.2.6	The impact of Pre-Hospital Administration of Lactated Ringer's Solution versus Normal Saline in Patients with Traumatic Brain Injury	22
3.2.7	Prehospital fluid management in traumatic brain injury.....	22

3.2.8	The Effect of Combined Out-of-Hospital Hypotension and Hypoxia on Mortality in Major Traumatic Brain Injury	23
3.2.9	Traumatic brain injury: physiological targets for clinical practice in the prehospital setting and on the Neuro-ICU	23
3.3	Akuttmedisinsk forskningsetikk	24
4.0	RESULTAT	26
4.1	Luftveishåndtering.....	26
4.2	Oksygenering og ventilering	27
4.3	Blodtrykk og væskebehandling	28
4.4	Oppsummering	30
5.0	DISKUSJON	31
5.1	Luftveishåndtering.....	31
5.2	Oksygenering og ventilering	33
5.3	Blodtrykk og væskebehandling	34
5.4	Metode.....	38
6.0	AVSLUTNING	40
	Litteraturliste	41
	Vedlegg	47

1.0 INTRODUKSJON

1.1 Bakgrunn for valg av tema

Traumatisk hodeskade er definert som en forandring i hjernefunksjon eller andre tegn på hjernepatologi forårsaket av en ytre kraft (Menon & Ercole, 2017, s. 240). Traumatisk hodeskade er et økende verdensproblem, og årsak til betydelig funksjonsnedsettelse og død. Tilstanden krever vanligvis langsiktig rehabilitering, og medfører store samfunnskostnader og påkjenninger for enkeltpersoner, deres familier og lokalsamfunn (Menon & Ercole, 2017, s. 239; World Health Organization [WHO], udatert). Traumatisk hodeskade er den vanligste årsaken til død og funksjonsnedsettelse hos traumepasienter (Berry et al., 2012, s. 1835). På verdensbasis regner man med en forekomst på rundt 200 tilfeller per 100 000 innbyggere, og at dette trolig er et underestimert (National Association of Emergency Medical Technicians [NAEMT], Pre-Hospital Trauma Life Support Committee & American College of Surgeons Committee on Trauma, 2014, s. 259). I Europa ser man lignende forhold mellom 235 og 262 tilfeller per 100 000 innbyggere (Hemphill & Wilterdink, 2016; Peeters et al., 2015, s. 1690).

Graden av hodeskade kan klassifiseres som lett, moderat eller alvorlig etter pasientens Glasgow Coma Scale (GCS). GCS er et skåringsverktøy for å bedømme bevissthetsnivå. Skåringsverktøyet tar for seg øyeåpning, verbal respons og motorisk respons. Skalaen går fra 3 til 15, der 15 er høyeste skår (Hemphill & Wilterdink, 2016, Vedlegg 1). Lett hodeskade klassifiseres som en skår fra 13 til 15, moderat hodeskade klassifiseres ved 9 til 12 og alvorlig hodeskade klassifiseres under 8 (Hemphill & Wilterdink, 2016).

I perioden 1. januar 2015 til 31. desember 2016 ble det, ifølge Nasjonalt Traumeregister (NTR), behandlet 2090 pasienter med traumatisk hodeskade ved norske akuttisyrkehus, i henhold til AIS Head. *Abbreviated Injury Scale (AIS)* er et anatomisk skåringsystem for klassifisering av skader med hensyn til kroppsregion og vevsstruktur, samt alvorlighetsgrad for hver skade på en skala fra 1 til 6 (Nasjonalt Traumeregister, 2016). AIS Head er et delkapittel i AIS som omhandler hodeskader (vedlegg 2). 1623 (77,7%) av skadene ble klassifisert som lette til moderate hodeskader, mens 223 (10,7%) var alvorlige hodeskader. Vi gjør leseren oppmerksom på at dekningsgraden for NTR antas å være inadekvat for perioden, og at det reelle antall hodeskader er større. Dette truer generaliserbarheten, og tallene bør derfor tolkes med forsiktighet (I. C. Svege, Nasjonalt Traumeregister, personlig kommunikasjon, 18. april 2017). Tall fra Oslo universitetssykehus (OUS) er ikke inkludert i

NTR, men totalt ble 873 pasienter med traumatisk hodeskade behandlet ved sykehuset i 2015. Av disse hadde 725 (83%) pasienter lette til moderate hodeskader og 148 (17%) pasienter hadde alvorlige hodeskader (M. Hestnes, Traumeregisteret Oslo universitetssykehus Ullevål, personlig kommunikasjon, 25. april 2017).

Hodeskadepasienter utgjør en av de mest utfordrende pasientgruppene å behandle. De kan være utagerende og vanskelige, eller dypt bevisstløse (NAEMT et al., 2014, s. 280). Innad i pasientgruppen er det store forskjeller i klinisk presentasjon, patofysiologi og prognose (Bossers et al., 2015, s. 23; Menon & Ercole, 2017, s. 239). I enkelte tilfeller vil alvorlighetsgraden ikke være i samsvar med synlige eller mangel på synlige skader (NAEMT et al., 2014, s. 259). Av de som overlever en moderat til alvorlig hodeskade regner man med at mellom 50 til 99 prosent får en viss form for nevrologisk sekvele (NAEMT et al., 2014, s. 259). Flere av disse er et direkte resultat av sekundær hjerneskade (Berry et al., 2012, s. 1835). Dette indikerer at prognosen ikke bare er et resultat av den primære skaden, og at tidlig behandling kan ha avgjørende konsekvenser for pasienten (Gaither et al., 2012, s. 732).

1.2 Problemstilling

“Prehospital håndtering av traumatisk hodeskade: hvordan kan Paramedic begrense sekundær hjerneskade?”

1.3 Avgrensning og begrepsavklaring

Opgaven vil omhandle prehospital håndtering av pasienter med moderat til alvorlig hodeskade. Med *håndtering* menes både behandlingstiltak og fysiologiske behandlingsmål, dette vil utdypes i oppgavens teorikapittel. Patofysiologien deles i to hovedgrupper, primær og sekundær hjerneskade (Hemphill & Wilterdink, 2016). *Primær hjerneskade* forekommer direkte i skadeøyeblikket, og inkluderer kontusjoner, laserasjoner, blødning og mekanisk skade av hjernevev, blodkar eller hjernehinner (NAEMT et al., 2014, s. 264). *Sekundær hjerneskade* anses som en kaskade av molekylære skademekanismer som iverksettes av et traume. Dette kan vare fra timer til uker etter den primære hjerneskaden, og føre til celledød, hjerneødem og økt intrakranielt trykk (Hemphill & Wilterdink, 2016; NAEMT et al., 2014, s. 264-265). Ifølge Høgskolen i Oslo og Akershus (2017) innebærer *Paramedic*-yrket “prehospital diagnostikk, overvåking og behandling av pasienter med kronisk- og akutt sykdom eller skade, organisering og ledelse av operativt ambulansesarbeid, samhandling med

spesialist- og kommunchelsetjenesten, veiledning, formidling, fagutvikling og deltakelse i forskning”.

Vi ønsker å se nærmere på hvordan paramedic kan begrense sekundær hjerneskade. I prehospitalt arbeid er hovedfokuset rettet mot korrigerende av hypoksi og hypotensjon da disse er regnet som betydelige årsaker til sekundær hjerneskade og økt dødelighet (Hemphill & Phan, 2015, Spaite et al., 2017, s. 70; Wijayatilake et al., 2015, s. 519). Derfor har vi valgt å avgrense oppgaven til luftveishåndtering, oksygenering og ventilering, samt blodtrykkskontroll og væskebehandling. Disse vil i tillegg til sekundær hjerneskade, utdypes i oppgavens teorikapittel. Når det gjelder luftveishåndtering vil oppgaven sammenligne endotrakeal intubasjon med basale tiltak. Bakgrunnen for dette er at endotrakeal intubasjon er regnet som gullstandarden i behandlingen av hodeskadepasienter, og blir utført av mange paramedic-baserte ambulansetjenester i verden (Bossers et al., 2015, s. 2). Etter vår kjennskap gjøres endotrakeal intubasjon av norske paramedics per i dag kun ved hjertestans. Derimot er det ikke utenkelig at fremtidens paramedics med høgskoleutdanning vil kunne utføre mer avanserte prosedyrer (Bakke, 2015, s. 47). Vi ønsker å se om endotrakeal intubasjon utført av paramedics kan være hensiktsmessig å implementere som et fremtidig behandlingstiltak for pasientgruppen.

1.4 Hensikt

Det finnes ingen nasjonale prosedyrer som regulerer norsk ambulanssevirkosomhet (Ofstedal, 2017, s. 11; Bakke, 2015, s. 47). Derfor er det utfordrende å gjøre rede for hvilke konsekvenser denne studien vil ha for paramedics' funksjon og ansvarsområde. Erfaringer fra praksisstudier og i samtale med ambulanspersonell viser at det er språk i kunnskapen når det kommer til hvordan pasientgruppen skal håndteres optimalt. Med denne studien ønsker vi å sammenfatte oppdatert forskning om prehospital håndtering av traumatisk hodeskade. I tillegg ønsker vi å bidra til at den nye bachelorutdanningen i prehospitalt arbeid - paramedic integreres i den akademiske gradsstrukturen. Dette for å kunne gi ambulansyrket forutsetningene til å ta ansvar for egen forskning og fagutvikling (Bakke, 2015, s. 46; Bjelland & Bakke, 2017).

1.5 Oppgavens disposisjon

Videre vil litteraturstudien belyse og forklare relevant teori for problemstillingen. Deretter kommer studiens metodekapittel. Metodekapittelet vil inneholde studiens søkestrategi med presentasjon og kritisk analyse av utvalgte vitenskapelige artikler. I tillegg vil metodekapittelet beskrive og reflektere over akuttmedisinsk forskningsetikk, samt utfordringer knyttet til prehospitalt medisinsk arbeid. Resultatkapittelet består av en tematisk presentasjon av resultater og funn fra utvalgte vitenskapelige artikler. Deretter vil studien diskutere resultater og teori opp mot problemstillingen, som til slutt former oppgavens avslutning.

2.0 TEORI

Opgavens teorikapittel inneholder en presentasjon av relevant teori som skal bidra til å belyse problemstillingen (Thidemann, 2015, s. 104). Teorikapittelet vil innledningsvis presentere utfordringene knyttet til norske paramedics' funksjon og ansvarsområde. Deretter vil kapittelet beskrive relevant fysiologi og patofysiologi, samt behandlingstiltak ved prehospitaal håndtering av traumatisk hodeskade.

2.1 Paramedic

Ambulansepersonell er en av de mest selvstendige yrkesgruppene i helsevesenet, og hverdagen inkluderer arbeid med nær sagt alle pasientkategorier (Bakke, 2015, s. 44). Per dags dato finnes det ingen felles nasjonale prosedyrer som regulerer norsk ambulanssevirkosomhet, og det er store forskjeller mellom de ulike helseforetakenes ambulansetjenester (Ofteidal, 2017, s. 11; Bakke, 2015, s. 42). Ut ifra publiserte prosedyreverk hos Nasjonal kompetansetjeneste for prehospitaal akuttmedisin (NAKOS), er det bare medisinsk operativ manual (MOM) for Oslo universitetssykehus som definerer paramedic som et kompetansenivå (Oslo universitetssykehus, 2012, s. 6). Dette medfører utfordringer når det kommer til å definere en paramedics' funksjon og ansvarsområde.

Fremtidens ambulanspersonell vil ha behov for økt kompetanse for å møte den medisinske utviklingen, samt utfordringene som samfunnet og helsevesenet står overfor (Bakke, 2015, s. 7; Bjelland & Bakke, 2017). Dette forutsetter relevant kunnskap og teoretisk kompetanse, samt evnen til å anvende dem i klinisk praksis (Bakke, 2015, s. 44). I dagens helsevesen er jobbgliedning blitt en realitet. Det vil si at oppgaver som tidligere ble utført av en bestemt yrkesgruppe kan utføres av andre (Bakke, 2015, s. 47). Derfor er det ikke utenkelig at fremtidens paramedics med høgskoleutdanning vil kunne utføre mer avanserte prosedyrer som frem til nå bare har blitt utført av leger (Bakke, 2015, s. 47). I Australia og New Zealand har paramedics utvidede kliniske fullmakter, og videreutdanninger på mastergradsnivå med spesialiseringsmuligheter innen intensivbehandling, redning og allmennpraksis/community care. Arbeidsoppgavene inkluderer blant annet respiratorbehandling, akuttinnledning av anestesi, hjerterytmekonvertering, avansert sårstell, kateterisering og innleggelse av PEG-sonder (Paramedics Australasia, 2016). I Storbritannia kan paramedics videreutdanne seg til Specialist Paramedic, Advanced Paramedic og Paramedic Consultant med utvidede fullmakter (College of Paramedics, 2015, s. 8-10).

I Norge er det prehospitale miljøet spesielt i den forstand at det ikke har eksistert et fagmiljø som har kunnet definere innhold og krav til ambulansetjenesten. Den prehospitale forskningen har nesten utelukkende blitt gjort av leger, og denne har ikke favnet alle problemstillingene som ambulanspersonell står overfor (Bakke, 2015, s. 46). Gjennom akademisering og nasjonal finansiering og autorisasjon vil ambulansyrket etter hvert kunne bli en profesjon (Bakke, 2015, s. 42, 46-48; Bjelland & Bakke, 2017).

2.2 Fysiologi

Hjernen har liten evne til anaerob metabolisme, og trenger derfor kontinuerlig oksygentilførsel og stabil gjennomblødning. Få sekunder uten blodtilførsel vil medføre bevissthetstap, og etter tre til fire minutter er de iskemiske skadene vedvarende. Hos et voksent menneske mottar hjernen cirka 750 milliliter blod i minuttet (Sand, Sjaastad & Haug, 2014, s. 442). For å frakte blod gjennom den cerebrale sirkulasjonen trengs det et cerebralt perfusjonstrykk (CPP). *Perfusjon* vil si leveranse av oksygen og andre næringsstoffer til cellene, samt fjerning av avfallsstoffer (Dalton, Limmer, Mistovich & Werman, 2012, s. 144). Formelen for CPP er middelarterietrykk (MAP) minus intrakranielt trykk (ICP). MAP er diastolisk blodtrykk + $\frac{1}{3}$ av pulstrykket (NAEMT et al., 2014, s. 263). Cerebral blodgjennomstrømning (CBF) er mengden blod som strømmer gjennom den cerebrale sirkulasjonen. Formelen for CBF er CPP dividert med cerebral vaskulær motstand (CVR). CVR er motstanden blodet må jobbe mot i hjernens arterier.

Under normale forhold ligger CPP rundt 70 til 80 mmHg. Både forandringer i systemisk blodtrykk og ICP vil føre til en endring i CPP (NAEMT et al., 2014, s. 263). Den kortikale CBF ligger rundt 50 milliliter per 100 gram hjernevev i minuttet. Ved en alvorlig hodeskade kan dette synke og føre til cerebral iskemi (NAEMT et al., 2014, s. 269). For å unngå dette jobber hjernen hardt for å opprettholde konstant CBF, dette skjer gjennom autoregulering. *Autoregulering* kan forklares som en kontinuerlig dilatasjon og konstriksjon av cerebrale blodkar. Dersom CPP faller må blodkarene dilateres, og dersom CPP stiger må blodkarene kontraheres. Dette vil henholdsvis senke og øke CVR, og dermed opprettholde stabil CBF. Derimot er det grenser for hvor mye blodkarene kan dilateres. Ved CPP under 50 mmHg vil ikke autoreguleringen klare å kompensere, og CBF vil falle til et punkt der blodtilførselen er utilstrekkelig for å opprettholde cerebral perfusjon (NAEMT et al., 2014, s. 264).

2.3 Patofysiologi

Den skadde hjernen trenger ofte et høyere CPP enn normalt for å opprettholde autoregulering (NAEMT et al., 2014, s. 263-264). I tillegg vil de hardest skadde områdene i hjernen kunne miste evnen til autoregulering. Tap av autoregulering vil dilatere blodkarene i områdene, og kan føre til at blodstrømmen dirigeres bort fra deler som kan reddes med adekvat perfusjon (NAEMT et al., 2014, s. 269). Paramedics får ikke behandlet den primære hjerneskaden i det prehospitale miljøet da dette er en kirurgisk problemstilling. Hovedfokuset i prehospital håndtering er rettet mot å begrense sekundær hjerneskade (Hemphill & Phan, 2015; NAEMT et al., 2014, s. 264). Årsakene til forverring av sekundær hjerneskade kan deles inn i intrakranielle og ekstrakranielle årsaker (NAEMT et al., 2014, s. 265-270).

Intrakranielle årsaker omhandler intrakraniell trykkøkning, mekanisk forskyvning av hjernevev og cellulære mekanismer (NAEMT et al., 2014, s. 265-269). Intrakraniell trykkøkning kan komme av intrakranielle blødninger og hjerneødem (NAEMT et al., 2014, s. 265). Økt ICP vil kunne redusere CPP, som igjen vil kunne redusere CBF. Videre kan en reduksjon i CBF føre til cerebral iskemi (NAEMT et al., 2014, s. 266). I tillegg kan intrakraniell trykkøkning og hjerneødem føre til forflytning av hjernevev og mekanisk skade av selve hjernen (NAEMT et al., 2014, s. 266). De cellulære mekanismene inkluderer blant annet svikt i energiproduksjon, inflammasjon og apoptose som trigges på cellenivå (NAEMT et al., 2014, s. 265). En av de cellulære mekanismene er eksitotoksitet. *Eksitotoksitet* innebærer overstimulering av glutamatreseptorer, spesielt NMDA-reseptorer som resulterer i vedvarende intracellulær opphopning av kalsium, som videre setter i gang prosesser som ender med celledød (Paulsen & Ottersen, 2000).

Ekstrakranielle årsaker inkluderer blant annet hypoksi, hypokapni og hyperkapni, samt hypotensjon (NAEMT et al., 2014, s. 265-270). *Hypoksi* defineres som lavt oksygeninnhold i vevet uansett årsak (Ørn, Mjell & Bach-Gansmo, 2011, s. 92). Ved en hodeskade tåler hjernen dårligere hypoksi enn vanlig, og fører til forverring av sekundær hjerneskade (Hemphill & Phan, 2015; NAEMT et al., 2014, s. 265). Prehospitalt måles oksygenmetning (SpO₂) i blodet med et pulsoksymeter. Et pulsoksymeter er en fingerklype med infrarødt lys som måler metningsgraden av hemoglobin i arterieblod (Caroline, 2014, s. 351-352). Normal SpO₂ er over 95 prosent (Dalton et al., 2012, s. 57).

Hypokapni og hyperkapni omhandler henholdsvis lavt og høyt nivå av CO₂ i blodet (NAEMT et al., 2014, s. 270). Prehospitalt måles nivået av CO₂ med kapnografi. En kapnograf er en innretning som måler nivået av CO₂ i pasientens utpust, dette kalles for endetidal CO₂ (ETCO₂) (NAEMT et al., 2014, s. 191). ETCO₂ vil gi en indikasjon på det arterielle partialtrykket av CO₂ (PaCO₂) hos pasienter som er sirkulatorisk stabile (NAEMT et al., 2014, s. 280). For å finne den nøyaktige PaCO₂ benyttes en arteriell blodgassanalyse. Dette er ikke alltid tilgjengelig i det prehospitalt miljøet, og derfor kan eventuelle feilmarginer sjeldent avgjøres utenfor sykehus (NAEMT et al., 2014, s. 281). Normal ETCO₂ er mellom 4,6 til 5,3 kPa (NAEMT et al., 2014, s. 281). PaCO₂ har direkte innvirkning på hjernens blodkar. Forhøyet PaCO₂ dilaterer cerebrale blodkar, mens redusert PaCO₂ konstringerer cerebrale blodkar. Som tidligere beskrevet vil dette påvirke CVR og dermed også CBF. CBF reduseres med omtrent 3% for hver 0,13 kPa reduksjon i PaCO₂. En reduksjon i CBF vil kunne senke ICP, men samtidig kunne føre til cerebral iskemi. I motsetning til dette har hyperkapni potensialet til å øke CBF, men kan føre til økt ICP og hjerneødem. Videre kan dette føre til redusert CBF gjennom å senke CPP (NAEMT et al., 2014, s. 264; Roberts et al., 2015, s. 38).

Hypotensjon defineres som et abnormt lavt blodtrykk (Arnesen, 2016). Blodtrykket blir ofte justert for å maksimere perfusjon og optimalisere tilheling ved traumatisk hodeskade (Brenner et al., 2012, s. 1136). Vi har tidligere nevnt at en skadd hjerne kan miste deler av evnen til autoregulering, og trenger derfor høyere CPP for å opprettholde cerebral perfusjon. Det systemiske blodtrykket har direkte innvirkning på CPP. Hypotensjon vil kunne redusere CPP, som videre vil redusere CBF. Dette vil kunne føre til cerebral iskemi (NAEMT et al., 2014, s. 270). Cerebral iskemi har blitt identifisert som den viktigste årsaken til sekundær hjerneskade (Berry et al., 2012, s. 1835).

2.4 Prehospital håndtering og behandlingstiltak

I prehospital traumehåndtering er det nødvendig med rask og systematisk undersøkelse av pasienten for å avdekke og behandle livstruende tilstander og svikt i vitale funksjoner. Dette gjøres etter ABC-prinsippet (Legevakthåndboken, udatert; NAEMT et al., 2014, s. 139).

Derfor har vi valgt å presentere oppgavens resultat og diskusjonskapittel etter samme prinsipp.

- Airways - luftveier
- Breathing - respirasjon
- Circulation – sirkulasjon

Luftveisobstruksjon er vanlig i akutfasen hos pasienter med traumatisk hodeskade. Obstruksjonen er ikke nødvendigvis forårsaket av den isolerte hodeskaden, men på grunn av endret bevissthetsnivå. Endret bevissthetsnivå, og særlig bevisstløshet er assosiert med tap av luftveisreflekser og slapp tunge (Bossers et al., 2015, s. 2). I tillegg kan luftveien blant annet trues av anatomisk skade og fremmedlegemer (NAEMT et al., 2014, s. 280).

Luftveishåndtering innebærer tiltak som iverksettes for at pasienten skal ha en så fri passasje av luft som mulig fra munn til lungene. Dette omfatter alt fra basale til avanserte tiltak (NAEMT et al., 2014, s. 175). *Basal luftveishåndtering* innebærer sideleie og kjevegrep, samt innretninger som løfter tungen fra den bakre delen av svelget, for eksempel svelgtube (NAEMT et al., 2014, s. 171, 176). *Avansert luftveishåndtering* innebærer blant annet endotrakeal intubasjon og supraglottiske luftveier (NAEMT et al., 2014, s. 171, 176-177). *Endotrakeal intubasjon* (heretter kalt intubasjon) er å føre et plastrør gjennom pasientens luftrørsåpning (NAEMT et al., 2014, s. 178). Intubasjon er regnet som gullstandarden i behandlingen av hodeskadepasienter, og blir utført av mange paramedic-baserte ambulansetjenester i verden (Bossers et al., 2015, s. 2). Likevel er intervensjonen omstridt, og det er lite evidens som støtter praksisen (Bossers et al., 2015, s. 2; Hemphill & Phan, 2015; NAEMT et al., 2014, s. 280). Indikasjonene for intubasjon er at pasienten ikke klarer å beskytte sin egen luftvei, ved ventilasjonsproblemer eller hypoksemi til tross for adekvat oksygenbehandling (Goldberg et al., 2015, s. 370). Det er ingen ideell luftveisteknikk som er foretrukket fremfor alle andre, og avansert luftveishåndtering skal kun benyttes dersom basal luftveishåndtering ikke er tilstrekkelig. I mange tilfeller vil maske-bag-ventilering med svelgtube være tilstrekkelig for å oksygenere og ventilere pasienten (NAEMT et al., 2014, s. 281).

Dersom pasientens egenrespirasjon er utilstrekkelig, må pasienten støtteventileres. Med utilstrekkelig respirasjon menes respirasjonsstans, respirasjonsfrekvens under åtte eller over 30 i minuttet, eller inadekvat tidalvolum og pustebevisvæ (Dalton et al., 2012, s. 29). I mange tilfeller vil dette gjøres med maske-bag. *Maske-bag* består av en selvoppblåsende bag med ventil. Denne ventilen vil kunne kobles sammen med en maske eller direkte på en endotrakeal tube (NAEMT et al., 2014, s. 188). Ved å klemme på bagen ventileres pasienten såfremt luftveien er fri.

Væskebehandling kan brukes til å korrigere pasientens blodtrykk og perfusjonsstatus (Caroline, 2014, s. 916). Det finnes forskjellige typer intravenøse væsker og sammensetninger, blant annet isotone krystalloider og hypertone krystalloider. *Isotone krystalloider* er væsker som er sammensatt av elektrolytter med tilnærmet lik konsentrasjon som ekstracellulærvæsken (Caroline, 2014, s. 918; NAEMT et al., 2014, s. 239). Eksempler på isotone krystalloider er Ringers' acetat og Natriumklorid 0,9% (NAEMT et al., 2014, s. 239). *Hypertone krystalloider* har en høyere konsentrasjon av elektrolytter enn blodplasma, et eksempel er Natriumklorid 7,5%, også kalt hypertont saltvann. Hypertont saltvann inneholder mer enn åtte ganger så høy saltkonsentrasjon enn vanlig Natriumklorid 0,9% (NAEMT et al., 2014, s. 239). Økt saltkonsentrasjon i blodbanen vil føre til at væske trekkes fra vevet og inn i blodbanen for å utligne konsentrasjonsforskjellene (Sand et al., 2014, s. 17).

3.0 METODE

Metode (av det greske *methodos*) betyr å følge en bestemt vei mot et mål. I samfunnsvitenskapen dreier metoden seg om fremgangsmåten til den sosiale virkeligheten og hvordan den analyseres (Johannessen, Tuft & Christoffersen, 2016, s. 25). Videre forklarer Johannessen et al. (2016, s. 27) at metodelæren gir en oversikt over alternative veier til målet, samt konsekvensene av å velge de. Denne oppgaven er en litteraturstudie. Det betyr at oppgaven vil bestå av systematisert kunnskap fra eksisterende forskning. Systematikken innebærer litterær innsamling, kritisk vurdering, deretter en sammenfatning av resultatene opp mot oppgavens problemstilling (Thidemann, 2015, s. 79).

3.1 Søkestrategi

For å innhente relevant litteratur ble det foretatt søk etter emneord i den skandinaviske databasen SveMed+. Emneord er standardiserte ord som beskriver innhold i publikasjoner. Fordelen med å bruke emneord er at man slipper å tenke på synonymer, stavemåter og endinger (Nortvedt, Jamtvedt, Graverholt, Nordheim & Reinars, 2012, s. 58). Grunnet litteraturens varierende definisjoner innen samme tema valgte vi å kombinere emneordene med tekstord. Tekstord er det samme som et googlesøk, og man får treff på nettsider eller forskningsartikler som inneholder ordet man søker på (Nortvedt et al., 2012, s. 58).

Etter vår kjennskap eksisterer det ingen egen database for prehospital akuttmedisinsk forskning. Vi valgte derfor å kombinere databaser fra medisin og sykepleie med evidensbaserte oppslagsverk. Medline (Ovid) og PubMed er verdens største database innen medisin og sykepleie. Databasen har referanser til artikler fra cirka 5000 internasjonale tidsskrifter, og er en av de mest brukte databasene for helsepersonell (Nortvedt et al., 2012, s. 52; Thidemann, 2015, s. 85). Cinahl ble valgt fordi den dekker sykepleie og tilgrensede fag (Thidemann, 2015, s. 85). Cinahl bruker et annet emneordsystem enn Medline. Dette medførte at vi måtte bruke egne Cinahl headings istedenfor MeSH (Medical Subject Headings) på enkelte søkeord, og at dette kan ha påvirket søkeresultatet.

Et viktig prinsipp er å søke på ett og ett element om gangen, og deretter kombinere de med OR. Begrepene vil danne loddrette hovedgrupper innenfor hver kategori. Deretter vil man kombinere kategoriene horisontalt med AND (Nortvedt et al., 2012, s. 56-57). Vi brukte kategoriene Populasjon (det prehospitale miljøet) AND Skadetype (traumatisk hodeskade) AND Håndtering og utfall (behandling og prognose). Søket ble avgrenset til språk (engelsk, norsk, dansk, svensk), publikasjon (2010 og nyere) og mennesker. Vi ville finne nyere forskning, samt ekskludere dyrestudier. Språket ble avgrenset fordi vi ikke hadde tilgang til eksterntolkning. Litteratursøket resulterte i 1430 artikler, hvorav 1336 (Medline) og 338 (Cinahl).

Etter anbefaling fra Nortvedt et al. (2012, s. 17) bearbeidet vi oppsummert forskning som utgangspunkt før vi bearbeidet funn av enkeltstudier. Oppsummert forskning er et kvalitetsmål og viktig prinsipp i kunnskapsbasert praksis. *Kunnskapsbasert praksis* kan defineres som et samspill mellom forskning, empiri og pasientenes ønsker og behov der formålet er å fostre god praksisnær fagutøvelse (Nortvedt et al., 2012, s. 17). Det systematiske søket resulterte i 24 artikler, hvorav 13 var oversiktsartikler. Disse ble inkludert etter gjennomgått tittel og sammendrag. Etter artiklene var bearbeidet valgte vi fem artikler fra Medline/Ovid. Fire av disse artiklene fant vi også i Cinahl. De resterende artiklene hadde inhospitalt hovedfokus og ble derfor ekskludert. Vi henviser leseren til vedlegg 3: litteratursøk.

I tillegg til det systematiske søket ble det foretatt søk i kunnskapspyramiden McMasters PLUS via Helsebiblioteket. Kunnskapspyramiden er en oversikt over forskjellige kunnskapsnivåer. Øverst i pyramiden finnes oppsummert forskning som er forhånds og kvalitetsvurdert. Nederst finnes enkeltstudier (Nortvedt et al., 2012, s. 44). Ved å benytte søkeordene “Traumatic Brain Injury” ble det funnet to artikler hos det evidensbaserte oppslagsverket UpToDate: Hemphill & Wilterdink (2016) og Hemphill & Phan (2015). UpToDate er et oppslagsverk primært for leger og helsepersonell i spesialisthelsetjenesten. Oppslagsverket dekker over 9000 kliniske temaer innenfor 19 spesialiteter, og oppdateres kontinuerlig (Nortvedt et al., 2012, s. 48). I utgangspunktet kan man avslutte søket dersom man finner svar i kunnskapsbaserte oppslagsverk eller retningslinjer. På den andre siden er det mulig at resultatet ikke inneholder nyere systematiske oversikter og enkeltstudier (Nortvedt et al., 2012, s. 49). Vi valgte derfor å legge fokus på avsnittet om “Initial evaluation and treatment - Prehospital” og dets respektive kilder (Hemphill & Phan, 2015).

Artikkelens referanser linket videre til PubMed, og det ble lett etter nyere artikler som siterte de opprinnelige kildene. Fremgangsmåten resulterte i to artikler: Rowell et al. (2016) og Spaite et al. (2017). I tillegg ble det funnet ytterligere to artikler ved enkeltsøk i PubMed.

3.2 Presentasjon av forskningsartikler

Dette kapittelet inneholder en presentasjon av utvalgte vitenskapelige artikler. Artiklene er gjennomgått kunnskapssenterets sjekklister for vurdering av forskningsartikler, mens artiklenes resultater er presentert i oppgavens resultatkapittel. For litteraturmatrikse henviser vi leseren til vedlegg 4.

3.2.1 *Experience in Prehospital Endotracheal Intubation Significantly Influences Mortality of Patients with Severe Traumatic Brain Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis*

Systematisk oversiktsartikkel fra 2015 skrevet av Bossers, Schwarte, Loer, Twisk, Boer og Schober, som undersøker effekten av prehospital intubasjon på pasienter med mistenkt eller bekreftet alvorlig hodeskade. Å inkludere mistenkte hodeskader vil styrke studiens praktiske relevans siden symptomatisk behandling er gjeldende i prehospitalt arbeid. Artikkelen sammenligner intubering utført av personell med begrenset og utvidet klinisk funksjon og erfaring. Gruppen med begrenset klinisk funksjon og erfaring bestod av ambulanseteknikere og ordinære paramedics. Gruppen med utvidet klinisk funksjon og erfaring bestod av akuttleger, sykepleiere og paramedics med utvidet klinisk funksjon. Datagrunnlaget består av 24 studier og mer enn 30 000 voksne pasienter. Inkluderte studier og data er kvalitetssikret og dobbelkontrollert av uavhengige fagfeller. Artikkelen har ikke inkludert upubliserte-studier, og det kommer ikke tydelig fram om det er søkt i referanselister eller tatt kontakt med eksperter. Det kommer heller ikke fram om forfatterne har søkt etter andre språk enn engelsk.

3.2.2 *Balancing the Potential Risks and Benefits of Out-of-Hospital Intubation in Traumatic Brain Injury: The Intubation/Hyperventilation Effect*

Oversiktsartikkel fra 2012 skrevet av Gaither, Spaite, Bobrow, Denninghoff, Stolz, Beskind, og Meislin. Artikkelen fokuserer på sammenhengen mellom utilsiktet hyperventilering og sekundær hjerneskade i etterkant av en vellykket intubasjon. Videre viser artikkelen til de patofysiologiske prosessene ved hyperventilasjon som er skadelig for hjernen. Artikkelen refererer til 72 kilder, men oppgir ingen informasjon om valg og gjennomføring av metode. Det er derfor vanskelig å konkludere om viktige og relevante studier er inkludert og kvalitetssikret.

3.2.3 *Effects of PaCO₂ derangements on clinical outcomes after cerebral injury: A systematic review*

Systematisk oversiktsartikkel fra 2015 skrevet av Roberts, Karagiannis, Coletta, Kilgannon, Chansky, og Trzeciak som ønsket å kartlegge påvirkningen av ubalanserte PaCO₂ verdier på kliniske utfall etter gjennomgått hjerneskade av forskjellige årsaker. Datagrunnlaget består av 17 studier, hvorav seks omhandler traumatisk hodeskade. De resterende studiene omhandler varierende pasientgrupper, og kan ha innvirkning på resultatene. Alle inkluderte studier inneholdt inhospital dødelighet, normokapni, hypokapni, og hyperkapni, samt lengde på sykehusopphold og langtidsutsikter. Ingen av de undersøkte sammenhengen mellom hyperkapni og langtidsutsikter. Artikkelen har inhospitalt fokusområde, men er inkludert fordi endringer i PaCO₂ er skadelig uavhengig av hvor pasienten befinner seg. To forfattere gjorde en uavhengig kartlegging av inkluderte studier. En tredje forfatter ble konsultert ved uenighet. Inkluderte studier ble kvalitetssikret gjennom Cochrane Collaborations tool og Newcastle-Ottawa Scale. Det er uvisst om artikkelen har overføringsverdi til klinisk praksis ettersom den optimale PaCO₂ verdien fortsatt er ukjent.

3.2.4 *Redefining hypotension in traumatic brain injury*

Retrospektiv studie fra 2012 skrevet av Berry, Ley, Bukur, Malinoski, Margulies, Mirocha, og Salim, som undersøker om definisjonen på hypotensjon bør endres hos pasienter med traumatisk hodeskade. Datagrunnlaget består av 15 733 traumepasienter over 14 år med stump isolert moderat til alvorlig hodeskade i løpet av en åtteårsperiode. Isolert traumatisk hodeskade var definert som AIS Head over eller lik 3, med alle andre kroppsregioner under eller lik 3. Pasientene ble sortert i tre grupper: 15-49 år (n = 10 284), 50-69 år (n = 3093), 70 år og eldre (n = 2356). Studien ekskluderte pasienter under 15 år, død ved ankomst akuttmottak, manglende data (dødelighet, alder, ISS, GCS, systolisk blodtrykk ved ankomst akuttmottak). Systolisk blodtrykk ble brukt som objektivi må, og studien anerkjenner at automatiske non-invasive blodtrykksapparat kan gi feilmarginer med cirka 10 mmHg. Studien omfatter pasientenes blodtrykk ved ankomst akuttmottak, og er altså et resultat av prehospita behandling. Forskjellene i blodtrykk ble observert en gang og ikke kontinuerlig i pasientforløpet, noe som medførte at konklusjonen er basert på den ene målingen. Studien har ikke inkludert aldersforandringer og sykelighet, og anerkjenner dette som en mulig feilkilde.

3.2.5 *Traditional systolic blood pressure targets underestimate hypotension-induced secondary brain injury*

Komparativ studie fra 2012, skrevet av Brenner, Stein, Hu, Aarabi, Sheth, og Scalea som ville undersøke om kontinuerlig blodtrykksmåling kunne gi et mer nøyaktig blodtrykksmål hos pasienter med alvorlig hodeskade. Studiens overordnede hensikt var å gi bedre forutsetninger for overlevelse og tilheling, også i situasjoner med begrensede muligheter for invasiv overvåkning. Studien gikk over en toårsperiode og inkluderte 60 pasienter (16-83 år), ankomst innen seks timer etter skade, GCS under 9 og tilstedeværende ICP-måling. Pasienter med AIS over 3 ble ekskludert for å forhindre multitraumer og ikke-overlevbare hodeskader. Påbegynte ICP målinger etter 24 timer, samt tilfeller med teknisk svikt i måleinstrumentene ble også ekskludert.

Studien nevner at kontinuerlig overvåkning har vist seg å korrelere mer nøyaktig til prognose sammenlignet med manuelle målinger. Lengde og varighet av hypotensive episoder ble registrert med kurver for hvert sjette sekund i 72 timer sammenhengende etter skaden. Medianverdier for systolisk blodtrykk ble kalkulert hvert femte minutt for å beskrive amplitude og varighet av hypotensive episoder under følgende terskler: 90 mmHg, 100 mmHg, 110 mmHg og 120 mmHg. Det ble foretatt Marshall Classification skår på alle CT

bilder av en uavhengig blindet fagfelle. Videre ble det gjort en undersøkelse av langtidsutsikter etter seks og 12 måneder gjennom telefonintervju. 45 pasienter/verger ble intervjuet som en del av kartleggingen. 28 (62%) pasienter hadde godt funksjonelt utfall. Sju pasienter fikk ikke oppfølging. Hos disse er den siste loggførte verdien inkludert. Studien sier ingenting om forfallsgruppen skiller seg fra oppfølgingsgruppen. Vi vurderer oppfølgingstiden som tilstrekkelig. Studien anerkjenner behovet for en randomisert kontrollert studie for å gi nok evidens til å endre retningslinjene, men det er uvisst om disse kan igangsettes på grunn av etiske hensyn. Dette er den eneste studien i vårt kildegrunnlag som viser til innhentet informert samtykke.

3.2.6 The impact of Pre-Hospital Administration of Lactated Ringer's Solution versus Normal Saline in Patients with Traumatic Brain Injury

Retrospektiv analyse fra 2016, skrevet av Rowell, Fair, Barbosa, Watters, Bulger, Holcomb et al, og Schreiber, som sammenligner Ringers' acetat og Natriumklorid i behandlingen av pasienter med og uten traumatisk hodeskade. Studiens datagrunnlag bestod av 791 pasienter med ISS høyere eller lik 9, Ringers' acetat (n = 117) eller Natriumklorid (n = 674) mer eller lik 200 milliliter prehospitalt. 308 pasienter hadde AIS høyere eller lik 3, mens 483 hadde AIS 3 eller lavere. Infunderte produkter som ikke var Ringers' acetat eller Natriumklorid ble ekskludert. Kun 117 pasienter fikk Ringers' acetat, mens 674 fikk Natriumklorid. Pasientene som fikk Ringers' acetat hadde høyere ISS, AIS Head, AIS, prehospitalt væskevolum og prehospitall intubasjonsfrekvens enn pasientene som fikk Natriumklorid. Studien anerkjenner sine begrensninger, og oppfordrer til en randomisert kontrollert studie for å bestemme fordeler og ulemper ytterligere.

3.2.7 Prehospital fluid management in traumatic brain injury

Systematisk oversiktsartikkel fra 2011, skrevet av Tan, Cincota, Clavisi, Bragge, Wasiak, Pattuwege, og Gruen, som sammenligner effektiviteten av alternative væsker (hypertont saltvann med eller uten dekstran/kolloider) og konvensjonelle isotone krystalloider (natriumklorid, Hartmanns' løsning/Ringers' acetat) i behandlingen av hodeskadepasienter. I tillegg tar studien for seg sikkerheten av forsinket sammenlignet med tidlig væskebehandling. Kun studier med prehospitall forankring ble inkludert. Artikkelen viser til ekstern fagfelleevaluering av kildesøk, sammendrag og validitet. Artikkelens datagrunnlag består av ni randomiserte kontrollerte studier og en kohortstudie. Alle inkluderte studier ble kritisk vurdert

av en ekstern fagfelle ved hjelp av et kvalitetssikringsprogram. Det kommer ikke tydelig fram om studien har søkt etter ikke-publiserte studier og tatt kontakt med eksperter. Vi etterlyser en intern sammenligning av isotone krystalloider da studien nevner at det kan være forskjeller av klinisk verdi.

3.2.8 *The Effect of Combined Out-of-Hospital Hypotension and Hypoxia on Mortality in Major Traumatic Brain Injury*

Kohortstudie over en sjuårsperiode fra 2017, skrevet av Spaite, Hu, Bobrow, Chikani, Barnhart, Gaither et al., og Sherrill. Studien tar for seg dødeligheten hos pasienter med alvorlig hodeskade som opplever hypoksi (SpO2 under 90%) og hypotensjon (Systolisk blodtrykk under 90 mmHg). Studien legger særlig vekt på den kombinerte effekten av hypoksi og hypotensjon grunnet lite eksisterende forskning. Pasientgrunnet består av 13 151 pasienter over 10 år (medianalder 45 år) med moderat til alvorlig hodeskade, som enten var isolert eller multitraume. 68,6% av pasientene var menn. Studien viser til absolutt anonymitet.

Studien sier ingenting om behandlingseffekt, kun sammenhengen mellom hypoksi, hypotensjon og dødelighet. Systolisk blodtrykk og SpO2 ble brukt som objektive mål. Det ble kun inkludert pasienter der disse verdiene var dokumentert. Derimot viser studien til at det ikke er mulig å verifisere alle målingene, og at man ikke kunne forsikre seg om at alle hypoksiske eller hypotensive pasienter ble identifisert. Studien sier ingenting om varighet og omfang av hypoksiske eller hypotensive episoder.

3.2.9 *Traumatic brain injury: physiological targets for clinical practice in the prehospital setting and on the Neuro-ICU*

Oversiktsartikkel fra 2015, skrevet av Wijayatilake, Jigajinni, og Sherren som omhandler både prehospital og nevrontensiv behandling av hodeskadepasienter. Artikkelen diskuterer nyere litteratur som tar for seg blant annet intubasjon og fysiologiske behandlingsmål (SpO2, ETCO2, blodtrykk, blodsukker, kroppstemperatur). Artikkelen refererer til 73 kilder, men oppgir ingen informasjon om valg og gjennomføring av metode. Derfor er det vanskelig å anslå om viktige og relevante studier er inkludert og kvalitetssikret.

3.3 Akuttmedisinsk forskningsetikk

Etikk (av det greske *ethos*) er måten vi tillegger handlinger verdier gjennom evaluerende ord (Nordby, 2014, s. 36). Etikken dreier seg om hva som er riktig og galt fra et grunnleggende mellommenneskelig perspektiv. Dersom vi blir stilt overfor vanskelige avgjørelser i livet skal etikken være et hjelpemiddel til veiledning og grunnlag før vi handler (Dalland, 2017, s. 96; Nordby, 2014, s. 36). Prinsippene om velgjørenhet, ikke-skade, autonomi, og rettferdighet har lange tradisjoner i medisinsk etikk (Ruyter, Førde, Solbakk, 2014, s. 28-29).

Forskningsetikken omhandler planlegging, gjennomføring og rapportering av forskning. En av oppgavene er å ivareta personvern, samt sikre troverdighet av forskningsresultater. I den medisinske forskningen handler etikken om å unngå at forskningsdeltakerne eller pasientene blir påført skade eller unødvendige belastninger (Dalland, 2017, s. 96). Forskningens mål om ny kunnskap må ikke skje på bekostning av enkeltpersoners velferd og integritet (Dalland, 2017, s. 96; Rehn & Krüger, 2010). Derfor er prinsippet om informert samtykke sentralt i medisinsk forskning (Ruyter et al., 2014, s. 187-189). *Informert samtykke* betyr at deltakeren eller pasienten deltar i en studie på et frivillig grunnlag etter å ha blitt tilstrekkelig informert om hva den innebærer (Dalland, 2017, s. 105).

For den kritisk syke eller skadde er evnen til reell situasjonsforståelse og samtykkekompetanse redusert (Rehn & Krüger, 2010). Det kan tenkes at dette i særlig grad gjelder hodeskadepasienter på grunn av endret bevissthetsnivå. Betydningen av redusert samtykkekompetanse i forskningsøyemed har derfor innvirkning på hvordan informasjonsinnhenting foregår, hva slags informasjon som kan innhentes, og hvilke intervensjoner som kan utføres. På grunn av dette har rutiner blitt implementert uten vitenskapelig dokumentasjon (Rehn & Krüger, 2010).

Hverdagen i prehospitalt arbeid er preget av tidsmangel, begrensede ressurser og akutt liv-død-problematikk. I tillegg står ambulanspersonell overfor mange utfordringer som krever gjennomtenkte vurderinger, og det er alltid handlingen som står i sentrum. I enkelte situasjoner må ambulanspersonell handle uten fullstendig beslutningsgrunnlag, og handlingen kan ha avgjørende konsekvenser for pasienten (Nordby, 2014, s. 22-23, 28-30). Dette medfører vanskeligheter med å oppfylle absolutte regler om pasientintegritet, og dermed også systematisk kvalitetsforbedring gjennom forskning (Rehn & Krüger, 2010).

På den andre siden har pasientgruppen et like stort behov for nyere og bedre behandling som andre pasienter. Derfor er klinisk kontrollerte studier et viktig verktøy både når det kommer til å utvikle nye behandlingsformer, men også for å forhindre at potensielt skadelige behandlingstiltak blir etablert eller opprettholdt (De nasjonale forskningsetiske komiteene, 2009). Etter den nye helseforskningslovens §19 kan forskning uten samtykke tillates i kliniske nødsituasjoner (Ruyter et al., 2014, s. 227). Dette vil ifølge Rehn og Krüger (2010) kunne gi bedre og mer forutsigbare rammevilkår for akuttmedisinsk forskning.

4.0 RESULTAT

Opgavens resultatdel er en tematisk presentasjon av resultater og funn fra forskningsartiklene (Thidemann, 2015, s. 108). Her vil vi sammenfatte resultatene fra litteratursøket som omhandler henholdsvis luftveishåndtering, ventilering, blodtrykk og væskebehandling. Litteraturstudiets resultatgrunnlag består av tre systematiske oversiktsartikler, to oversiktsartikler, en artikkel fra UpToDate, en kohortstudie, en komparativ studie, en retrospektiv studie, og en retrospektiv analyse. For tallmateriale og relevans henviser vi leseren til vedlegg 4: litteraturmatrise.

4.1 Luftveishåndtering

I dette delkapitlet vil vi sammenfatte resultatene fra litteratursøket som omhandlet luftveishåndtering. Grunnlaget for dette resultatet består av fire artikler.

Sammenhengen mellom intubasjon og prognose er relatert til pasientens tilstand, intubatørens erfaring, samt bruken av sederende og muskelrelakserende legemidler (Wijayatilake et al., 2015, s. 518). Studien til Bossers et al. (2015, s. 10) fant en direkte sammenheng mellom pasientens prognose og intubasjonsferdighetene hos personell med begrenset klinisk funksjon og erfaring. Studien anbefaler at denne gruppen ikke intuberer prehospitalt da dette gav dobbelt så høy sjanse for økt dødelighet. Studien fant ingen direkte sammenheng mellom prognose og ferdigheter hos personell med utvidet klinisk funksjon og erfaring, selv om det gav en økende trend i overlevelse. Studien oppfordrer til å avklare dette spørsmålet med en randomisert kontrollert studie. Videre skriver Bossers et al. (2015, s. 26) at intubasjon kan være til fordel eller ulempe i den enkelte situasjon, og at prognosen avhenger av gjennomføring, bivirkninger, komplikasjoner og ventilasjonsstrategier i etterkant. Studien oppfordrer til ytterligere forskning på disse momentene fordi de har fått for lite oppmerksomhet.

I oversiktsartikkelen av Gaither et al. (2012, s. 734-735) fant forskerne ut at prehospitall og tidlig inhospital intubasjon og utilsiktet hyperventilering med påfølgende hypokapni kunne øke dødeligheten opptil seks ganger. Videre konkluderte de med at intubasjon gir effektiv luftveissikring og adekvat oksygenering, men at det øker sannsynligheten for utilsiktet hyperventilering. Det var ikke nødvendigvis intuberingen i seg selv, men utilsiktet hyperventilering som økte dødeligheten. Gaither et al. (2012, s. 735) hevder at man må velge

riktig pasient å intubere, oppnå høyest mulig suksessrate med trening, og unngå hyperventilering for å oppnå gode utfall. Videre viser studien til at optimal håndtering av pasientgruppen inkluderer kontinuerlig overvåkning med kapnograf. Wijayatilake et al. (2015, s. 518) skriver at en dårlig gjennomført prehospital intubasjon er verre enn en riktig utført basal luftvei. Intubering utført av paramedics krever omfattende trening, og er i liten grad generaliserbart. Dersom ekspertisen ikke er tilgjengelig, anbefales maske-bag ventilering (Hemphill & Phan, 2015). Hyperventilering ses nærmere på i neste delkapittel som blant annet tar for seg resultatene som omhandler oksygenering og ventilering av CO₂.

4.2 Oksygenering og ventilering

Dette delkapittelet omhandler oksygenering og ventilering av CO₂. Kildegrunnlaget består av fire artikler.

Hypoksi forekommer hyppig i den prehospital fase og øker dødeligheten signifikant (Spaite et al., 2017, s. 62). Dette skjer blant annet gjennom forverring av nevroinflammasjon, som er delaktig i prosessene som fører til dårligere prognose (Wijayatilake et al., 2015, s. 518).

Hypoksi alene kan øke dødeligheten mellom tre til fire ganger (Spaite et al., 2017, s. 70; Wijayatilake et al., 2015, s. 518). I studien til Spaite et al. (2017, s. 69-70) var 790 (6,0%) av utvalget regnet som hypoksiske. Dødeligheten hos disse var 28,1% sammenlignet med 5,6% i gruppen som verken var hypoksiske eller hypotensive.

En kohortstudie fra 2014 sammenlignet dødeligheten mellom hypoksiske, normoksiske, og hyperoksiske pasienter med alvorlig hodeskade (Wijayatilake et al., 2015, s. 518) Forskerne fant ut at dødeligheten var størst i gruppen som var hypoksiske, men at hyperoksi også var farlig. Hyperoksi ble assosiert med høyere forekomst av cerebral eksitotoksisitet. Både hypoksi og hyperoksi er skadelig, og man skal tilstrebe SpO₂ over 90 prosent (Wijayatilake et al., 2015, s. 518-519). Videre legger Spaite et al. (2017, s. 64) vekt på at man skal aktivt forebygge og behandle hypoksi.

Hypokapni og hyperkapni er assosiert med høyere inhospital dødelighet og dårligere nevrologiske utfall hos hodeskadepasienter (Roberts et al., 2015, s. 39). To randomiserte kontrollerte studier assosierte hypokapni med dårligere utfall ved tre og seks måneder etter skaden (Roberts et al., 2015, s. 37). En randomisert kontrollert studie sammenlignet hypokapnisk, og normokapnisk behandling hos hodeskadepasienter med GCS under 8

(Roberts et al., 2015, s. 37). Pasientene med hypokapni hadde dårligere nevrologiske utfall sammenlignet med de som var normokapniske etter tre og seks måneder. Etter 12 måneder hadde fremdeles pasientene med hypokapni dårligere nevrologiske utfall, selv om funnene ikke var statistisk signifikant (Roberts et al., 2015, s. 37). Ifølge Roberts et al. (2015, s. 39) er det motstridende resultater når det kommer til forskningen på hyperkapni, men hovedtyngden av studier viser til et dårligere utfall for pasientene. Altså er både hypokapni og hyperkapni forbundet med dårligere prognose. Det er behov for ytterligere forskning for å finne det optimale PaCO₂ nivået hos pasientgruppen (Roberts et al., 2015, s. 39).

Oversiktsartikkelen av Gaither et al. (2012, s. 734) viste til en prospektiv observasjonsstudie som sammenlignet dødeligheten på intuberte og ikke-intuberte pasienter. Dødeligheten var henholdsvis 33 og 24 prosent. Pasientenes PaCO₂ ble analysert og man fant ut at dersom PaCO₂ var mindre enn 33 mmHg (~4,4 kPa), hadde pasientene en dødelighet på 39 prosent sammenlignet med 26 prosent hos gruppen med høyere enn 33 mmHg. Artikkelen viser til lavere dødelighet i situasjoner der ventileringen har blitt strengt kontrollert, og at optimal behandling for pasientgruppen inkluderer kontinuerlig overvåking av ETCO₂. Utsiktet hyperventilering er vanlig og skadelig for pasienten. Det er anbefalt at ETCO₂ og PaCO₂ bør være mellom 34 til 40 mmHg; ~4,53-5,33 kPa (Gaither et al., 2012, s. 734; Wijayatilake et al., 2015, s. 519).

4.3 Blodtrykk og væskebehandling

I dette delkapittelet vil vi se på resultatene fra litteratursøket som omhandler blodtrykk og væskebehandling. Grunnlaget for dette resultatet er seks artikler.

Hypotensjon forekommer hyppig i den tidlige behandlingsfasen (Spaite et al., 2017, s. 63). Hypotensjon hos hodeskadepasienter gir reduksjon i cerebral perfusjon og oksygenering. Dette gir forverring av sekundær hjerneskade og påfølgende økt dødelighet (Berry et al., 2012, s. 1835). Hver eneste episode med hypotensjon har en dramatisk effekt på utfallet til pasienten (Wijayatilake et al., 2015, s. 519). Systolisk blodtrykk under 90 mmHg kan øke dødeligheten med to til tre ganger, flere episoder øker sannsynligheten for død ytterligere (Spaite et al., 2017, s. 63; Wijayatilake et al., 2015, s. 519). I studien til Spaite et al. (2017, s. 69-70) var 604 (4,6%) av utvalget regnet som hypotensive. Dødeligheten hos disse var 20,7 prosent sammenlignet med 5,6 prosent i gruppen som verken var hypoksiske eller hypotensive.

I studien til Berry et al. (2012, s. 1835) ble utvalget delt i aldersgruppene 15-49 år, 50-69 år og over 70 år. Systolisk blodtrykk under 110 mmHg for aldersgruppen 15-49 år ble assosiert med 98 prosent økt dødelighet. For aldersgruppen 50-69 år var dødeligheten 120 prosent økt ved systolisk blodtrykk under 100 mmHg. Studien viste at systolisk blodtrykk under 110 mmHg for aldersgruppen over 70 år ble assosiert med 92 prosent økt dødelighet. Berry et al. (2012, s. 1836) konkluderer med at definisjonsgrensen på hypotensjon hos pasienter med moderat til alvorlig hodeskade bør endres til 110 mmHg. Brenner et al. (2012, s. 1139) skriver at et systolisk blodtrykk over 120 mmHg er trolig mer effektivt for å redusere sekundær hjerneskade. Studien viser til at systolisk blodtrykk under 120 mmHg i løpet av de første 48 timene hadde sammenheng med dødelighet og prognose etter 12 måneder. Wijayatilake et al. (2015, s. 519) viser til en foreløpig analyse i EPIC studien, som anslår at det systoliske måltrykket prehospitalt, kan være så høyt som 144 mmHg. Videre nevner artikkelen at hypertensjon kan forverre ICP, og at det er en økende dødelighet ved systolisk blodtrykk over 160 mmHg.

Hypertont saltvann er assosiert med høyere serumkonsentrasjon av natrium og klorid. Dette gir påfølgende redusert behov for inotropisk støtte (Tan et al., 2011, s. 665-666). Tan et al. (2011, s. 669) og Wijayatilake et al. (2015, s. 520) viste til at det ikke er blitt påvist bedre overlevelse og funksjonelt utfall ved hypertone, sammenlignet med isotone væsker. Wijayatilake et al. (2015, s. 520) skriver at hypertont saltvann er overlegent sammenlignet med isotont saltvann for å redusere ICP.

Studien til Rowell et al. (2016, s. 1055-1056) viser at pasientene som fikk Ringers' acetat hadde høyere ISS, AIS, AIS Head, væskemengde og intubasjonsfrekvens sammenlignet med pasientene som fikk Natriumklorid. Videre viser studien at ujustert 30 dagers dødelighet hos pasienter med $AIS \geq 3$ var 50 prosent for Ringers' acetat og 28 prosent for Natriumklorid. Ved $AIS\ Head < 2$ var 30 dagers dødelighet 25 prosent for Ringers' acetat, og 11 prosent for natriumklorid. Det var ingen observert forskjell i 30 dagers dødelighet mellom gruppene ved $AIS \leq 2$ (Rowell et al., 2016, s. 1056). Ringers' acetat gav høyere partialtrykk av oksygen ved ankomst sykehus, men uten signifikant endring videre behandlingsforløpet. Natriumklorid er foretrukket over Ringers' acetat ved traumatisk hodeskade fordi den høyere osmolariteten gir redusert risiko for utvikling av hjerneødem (Tan et al., 2011, s. 674-675, 669).

Wijayatilake et al. (2015, s. 520) skriver at det er indikasjon for at væskemengde spiller en rolle i utfallet til pasientgruppen.

4.4 Oppsummering

Studien til Spaite et al. (2017, s. 70) viser til at 212 (1,6%) av pasientene i studien opplevde kombinasjonen av hypoksi og hypotensjon samtidig. Dødeligheten hos disse var 43,9 prosent sammenlignet med 5,6 prosent i gruppen som verken var hypoksiske eller hypotensive. Kombinasjonen av hypoksi og hypotensjon hos hodeskadepasienter kan øke dødeligheten med 7 til 14 ganger (Spaite et al., 2017, s. 70; Wijayatilake et al., 2015, s. 519).

5.0 DISKUSJON

Hensikten med oppgavens diskusjonskapittel er å diskutere hvordan resultatene svarer på problemstillingen, og hvordan resultatene forholder seg til inkludert teori og forskning (Thidemann, 2015, s. 108). Diskusjonskapittelet vil presenteres i samme rekkefølge som oppgavens resultatkapittel for å bevare systematikken.

5.1 Luftveishåndtering

Det er sammenheng mellom intubatørens ferdigheter og pasientens prognose og dødelighet (Bossers et al., 2015, s. 23; Wijayatilake et al., 2015, s. 518). Studien til Bossers et al. (2015, s. 10) anbefaler at personell med begrenset klinisk funksjon og erfaring ikke intuberer hodeskadepasienter prehospitalt på grunn av dobbelt så høy sannsynlighet for økt dødelighet sammenlignet med ikke-intubasjon. På den andre siden kunne ikke studien konkludere med at prehospital intubasjon utført av erfaren intubator reduserte dødeligheten hos pasientgruppen. Ut ifra dette kan det tenkes at intubatorer med begrenset trening og erfaring helst ikke skal intubere denne pasientgruppen med mindre det er høyst nødvendig. I motsetning til dette viste en randomisert kontrollert studie fra Australia at prehospital intubasjon utført av paramedics var assosiert med bedre utfall etter seks måneder sammenlignet med inhospital intubasjon (Hemphill & Phan, 2015). Artikkelen sier ingenting om kompetansen til den som intuberer pasientgruppen inne på sykehuset.

Pasienter som blir intubert prehospitalt kan ha uoppdagede episoder med hypoksi eller hypotensjon, og i tillegg utilsiktet hyperventilasjon (Gaither et al., 2012, s. 732-734; NAEMT et al., 2014, s. 280). Videre kan mislykkede intubasjonsforsøk resultere i hypoksi, hyperkapni, acidose, økt ICP ved laryngoskopi og aspirasjon. Disse komplikasjonene kan gi rask forverring av pasientens tilstand, og føre til forverring av sekundær hjerneskade (Bossers et al., 2015, s. 2; Seder, Jagoda & Riggs, 2015, s. 5). Det er viktig for en paramedic å kjenne til farene forbundet med intubasjon av pasientgruppen, for å inneha best mulig beslutningsgrunnlag om man skal gjennomføre intubasjonen eller ikke. Forlengede forsøk på avanserte luftveilstiltak skal unngås, særlig ved kort transporttid. Forlenget prehospital tid kan føre til dårligere utfall for pasienten (Hemphill & Phan, 2015; NAEMT et al., 2014, s. 281).

Intubasjon gir effektiv luftveissikring og adekvat oksygenering, men en dårlig gjennomført prehospital intubasjon er dårligere enn en godt utført basal luftvei (Gaither et al., 2012, s. 735; Wijayatilake et al., 2015, s. 518). En bestemmende faktor for om man skal intubere eller ikke kan være intubatørens ferdighetsnivå og lengden på transport (NAEMT et al., 2014, s. 280). NAEMT et al. (2014, s. 280) skriver at intubasjon kan være å foretrekke fremfor ikke-intubasjon i ambulansetjenester med lengre transporttid, selv om intubatøren har begrenset erfaring. De begrunner ikke hvorfor dette er tilfelle, men det kan tenkes at maske-bag ventilering over tid kan gi dårligere ventilering og oksygenering. Dette kan komme av at behandleren blir utmattet og ikke klarer å opprettholde adekvat maskeforsegling og frie luftveier samtidig (Caroline, 2014, s. 374). I tillegg er en av utfordringene med maske-bag ventilering at det ikke beskytter pasientens luftvei mot aspirasjon (Goldberg, S. A., Rojanasartikul, D., Jagoda, A., 2015 s. 370). Derfor kan det tenkes at farene ved maske-bag ventilering over tid veies opp mot farene ved å gjennomføre en intubasjon. Videre kan luftveisobstruksjon forhindre adekvat ventilering med påfølgende hypoksi og hyperkapni. Vi har tidligere vist at disse faktorene er kjente utløsere av sekundære hjerneskader og fører til dårligere utfall for pasienten (Bossers et al., 2015, s. 2; NAEMT et al., 2014, s. 280). Goldberg et al. (2015, s. 370) skriver at det er fornuftig å sikre luftveien proaktivt hvis man forventer å støte på luftveis eller ventilasjonsproblemer under transport. Det kan tenkes at det er mer sannsynlig å støte på slike problemstillinger ved lengre, sammenlignet med kortere transporter.

Bossers et al. (2015, s. 23) oppfordrer til ytterligere forskning for å bestemme om intubasjon av trent personell er gunstig eller ikke. For å oppnå gode utfall kreves det at man velger riktig pasient å intubere, oppnår høyest mulig suksessrate med trening og unngår hyperventilering (Gaither et al., 2012, s. 735). Likevel sier studien ingenting om hvilke pasienter som er riktige å intubere. Dersom pasienten skal intuberes, bør intubasjonen gjennomføres av den best kvalifiserte personen tilgjengelig innenfor et gitt tidsrom (NAEMT et al., 2014, s. 281). NAEMT et al. beskriver ikke omfanget av dette tidsrommet, men det kan tenkes å variere ut ifra pasientens tilstand og behandlerens ferdigheter. Intubasjon utført av paramedics krever omfattende trening, og er i liten grad generaliserbart. Dersom ekspertisen ikke er tilgjengelig, anbefales maske-bag ventilering (Hemphill & Phan, 2015).

5.2 Oksygenering og ventilering

Hypoksi forekommer hyppig i den prehospital fase og øker dødeligheten signifikant (Spaite et al., 2017, s. 62). Ut ifra resultatene kan vi se at hypoksiske tilfeller hos pasientgruppen er mer skadelig enn hva man tidligere trodde. Tidligere trodde man at hypoksi doblet dødeligheten, men i senere tid er det rapportert at hypoksi alene kan øke dødeligheten mellom tre til fire ganger (Spaite et al., 2017, s. 70; Wijayatilake et al., 2015, s. 518). En mulig forklaring på hvorfor det er slik, er at hypoksi har større innvirkning på en skadd hjerne sammenlignet med en frisk hjerne (NAEMT et al., 2014, s. 265). På den andre siden skriver Wijayatilake et al. (2015, s. 519) at hyperoksi også er skadelig. Det kan tenkes at høyt oksygeninnhold i blodet kan føre til at det dannes flere frie oksygenradikaler. Frie oksygenradikaler kan utøve skade på cellulært nivå. Det anbefales at man bør opprettholde normal SpO₂, og at man verken skal over eller underoksygenere pasientene. For å oppnå dette bør man titrere oksygentilførselen slik at SpO₂ holder seg mellom 95 og 100 prosent med lavest mulig dosering (NAEMT et al., 2014, s. 281; Seder et al., 2015, s. 12).

Det kan se ut til at hypoksi er mer skadelig enn hyperoksi, men vårt kildegrunnlag er for lite til å kunne trekke en konklusjon. I litteraturgjennomgangen så det ut til at det fantes færre studier som tok for seg farene ved hyperoksi sammenlignet med hypoksi. Ut ifra resultatene er det gjennomgående enighet om at hypoksi skal aktivt forebygges og behandles (Hemphill & Phan, 2015; NAEMT et al., 2014, s. 281; Spaite et al., 2017, s. 64; Wijayatilake et al., 2015, s. 518-519).

Tidligere har vi sett at forlengede forsøk på å intubere pasienter har resultert i hyperkapni (Bossers et al., 2015, s. 2). I tillegg er utilsiktet hyperventilering med påfølgende hypokapni vanlig i etterkant av en vellykket intubasjon (Gaither et al., 2012, s. 732). Studien til Roberts et al. (2015, s. 39) viste at både hypokapni og hyperkapni var assosiert med høyere inhospital dødelighet og forekomst av nevrologisk sekvele hos hodeskadepasienter. Likevel er det motstridende resultater når det kommer til hyperkapni, selv om hovedtyngden av studier viser til dårligere utfall (Roberts et al., 2015, s. 39). Roberts et al. (2015, s. 39) oppfordrer til ytterligere forskning for å finne det optimale nivået av PaCO₂. ETCO₂ kan brukes som et verktøy til å estimere PaCO₂ hos sirkulatorisk stabile pasienter, men en arteriell blodgassanalyse vil gi den nøyaktige verdien. Siden dette ikke er rutinemessig tilgjengelig i det prehospital miljøet, kan det være utfordrende å estimere eventuelle feilmarginer mellom PaCO₂ og ETCO₂ (NAEMT et al., 2014, s. 281).

I oversiktsartikkelen av Gaither et al. (2012, s. 734) så man at pasienter med PaCO₂ mindre enn 33 mmHg (~4,4 kPa) hadde høyere dødelighet sammenlignet med pasientene med PaCO₂ over 33 mmHg (~4,4 kPa). Det kan tenkes at dette kommer av at lav PaCO₂ fører til cerebral karkonstriksjon, som igjen kan føre til cerebral iskemi. Vi har tidligere nevnt at cerebral iskemi har blitt identifisert som den viktigste årsaken til sekundær hjerneskade (Berry et al., 2012, s. 1835). Gaither et al. (2012, s. 734) viser til redusert dødelighet i situasjoner med strengt kontrollert ventilasjon og kontinuerlig overvåkning av ETCO₂. Det er mulig at bruken av kapnograf resulterer i at flere pasienter blir normoventilert. Ifølge Seder et al. (2015, s. 12-13) har bruken av kapnograf blant paramedics vist seg å betydelig redusere forekomsten av hyperventilering. Dette har igjen ført til at flere pasienter blir overlevert med normokapni.

Resultatet fra vårt litteratursøk tyder på at både hypokapni og hyperkapni er skadelig for hodeskadepasienter (Bossers et al., 2015, s. 2; Gaither et al., 2012, s. 734-735; NAEMT et al., 2014, s. 270; Wijayatilake et al., 2015, s. 519). Dette kan indikere at normoventilering og normokapni er gunstig for å begrense sekundære hjerneskader. Normokapni gav høyere inhospital overlevelse og færre neurologiske sekveler (Roberts et al., 2015, s. 37-39). I følge Nasjonal traumeplan (Nasjonal kompetansetjeneste for traumatologi, 2016, s. 47) skal man unngå hyperkapni, samt ETCO₂ verdier under 5,0 kPa, men det oppgis ikke hvorfor det er slik. Resultatene fra litteratursøket anbefaler ETCO₂ og PaCO₂ verdier mellom 34 til 40 mmHg; ~4,53-5,33 kPa (Gaither et al., 2012, s. 734; Wijayatilake et al., 2015, s. 519).

5.3 Blodtrykk og væskebehandling

Vi har tidligere beskrevet at den skadde hjernen er skjør og ømfintlig for blodtrykksendringer. Systolisk blodtrykk under 90 mmHg er skadelig, og gjentatte hypotensive episoder øker sannsynligheten for sekundær hjerneskade og død ytterligere (Spaite et al., 2017, s. 63; NAEMT et al., 2014, s. 265; Wijayatilake et al., 2015, s. 519). En mulig forklaring på dette er at det systemiske blodtrykket har en direkte innvirkning på CPP, som igjen har en direkte innvirkning på CBF. Et blodtrykksfall vil kunne redusere CPP, som igjen kan redusere CBF med påfølgende cerebral iskemi (NAEMT et al., 2014, s. 263-265).

Ut ifra resultatene i denne litteraturstudien er det indikasjoner for at definisjonsgrensen for hypotensjon bør økes for hodeskadepasienter. Det foreslås systolisk blodtrykk opp mot 110 til 120 mmHg (Berry et al., 2012, s. 1836; Brenner et al., 2012, s. 1139; Wijayatilake et al., 2015, s. 519). Wijayatilake et al. (2015, s. 519) skriver at det ideelle måltrykket kan være så høyt som 144 mmHg. Det er mulig at dette vil være å foretrekke i situasjoner der pasienten har økt ICP. Økt ICP vil redusere CPP, dermed trengs det høyere MAP for å opprettholde cerebral perfusjon.

I studien til Berry et al. (2012, s. 1834) bestod utvalget av 15 733 pasienter. Det ble bare målt blodtrykk en gang og ikke kontinuerlig i pasientforløpet. Dette medførte at studiens konklusjon er basert på den ene målingen. I motsetning til dette bestod studien til Brenner et al. (2012, s. 1137) av 60 pasienter med kontinuerlig blodtrykksmåling i sammenhengende 72 timer. Mye tyder på at studien til Brenner et al. (2012) er av større kvalitet i den forstand at konklusjonen er basert på varighet og grad av hypotensive episoder over tid. Derimot kan det tenkes at studien til Berry et al. (2012) bestod av et mer representativt utvalg siden antall pasienter var vesentlig større.

Et av formålene til Brenner et al. (2012, s. 1138) var å bestemme et blodtrykksmål for situasjoner med begrenset invasive målemuligheter, for eksempel prehospitalt. Studien viser til at det kan være hensiktsmessig å sikte på et høyere blodtrykk i slike situasjoner. Berry et al. (2012, s. 1836) viser til at enkelte studier har påvist at automatisk non-invasive blodtrykksmålinger kan ha en feilmargin opptil 10 mmHg sammenlignet med manuelle blodtrykksmålinger. Derfor kan det tenkes at målingene til Brenner et al. (2012) er mer nøyaktige. På den andre siden har studiene benyttet forskjellige metoder og antall pasienter. Derfor er det vanskelig å si om resultatene kan generaliseres selv om de er enige i at definisjonsgrensen bør økes. For å begrense sekundær hjerneskade anbefaler Nasjonal traumeplan (2016, s. 47) at man skal unngå et systolisk blodtrykk under 110 mmHg hos bevisstløse hodeskadepasienter.

I den andre enden av skalaen viste en retrospektiv studie at prehospital hypertensjon også økte dødeligheten hos hodeskadepasienter (Wijayatilake et al., 2015, s. 519). Studien viser til økende dødelighet ved systolisk blodtrykk over 160 mmHg (Wijayatilake et al., 2015, s. 519). Det er mulig at hypertensjon kan forverre en intrakraniell blødning, og at det også kan føre til nye intrakranielle blødninger. Videre vil intrakranielle blødninger kunne føre til økt ICP. Gjennom litteratursøket fant vi ingen andre kilder som tok for seg hypertensjon. Dermed er oppgavens kildegrunnlag for marginalt til å kunne trekke en konklusjon.

Vi har tidligere beskrevet at væskebehandling nyttes til å korrigere blodtrykk og perfusjonsstatus. I studien til Tan et al. (2011, s. 665-666) så man at hypertont saltvann ble assosiert med høyere serumkonsentrasjon av natrium og klorid, og at dette gav påfølgende redusert behov for inotropisk støtte. Videre viser Rowell et al. (2016, s. 1057) til en klinisk randomisert studie av hjerneskadde barn som fikk enten Ringers' acetat eller hypertont saltvann som eneste væske i løpet av de første 72 timene. I studien fant de ut at pasientene som fikk Ringers' acetat, trengte flere tiltak for å senke ICP. Til tross for dette var det ingen forskjell i utfall. NAEMT et al. (2014, s. 282) viser til en randomisert kontrollert studie som sammenlignet pasienter som fikk hypertone eller isotone væsker. Begge gruppene hadde tilnærmet lik nevrologisk funksjon etter seks måneder. På bakgrunn av få fordeler og høyere kostnader anbefales bruken av isotone krystalloider (NAEMT et al., 2014, s. 282).

Videre er det ikke påvist bedre overlevelse og funksjonelt utfall ved hypertone, sammenlignet med isotone væsker (NAEMT et al., 2014, s. 282; Tan et al., 2011, s. 669; Wijayatilake et al., 2015, s. 520). Tan et al. (2011, s. 669) bekreftet at ingen studie til da hadde funnet statistisk signifikant forskjell som skulle tilsi at det skulle brukes noe annet enn isotone væsker i prehospital væskebehandling av hodeskadepasienter (Tan et al., 2011, s. 669; Wijayatilake et al., 2015, s. 520). Derimot kan det tenkes at man bør velge en hypertone løsning hvis man gir den for å redusere ICP. Dette på bakgrunn av at hypertone løsninger er overlegne isotone løsninger på dette området (Wijayatilake et al., 2015, s. 520).

Når det er sagt viser Tan et al. (2011, s. 672) til potensielle forskjeller av klinisk verdi innad i gruppen isotone krystalloider. Studien nevner at Ringers' acetat er foretrukket fremfor Natriumklorid ved behov for volumerstatning hos traumepasienter generelt. I motsetning til dette er natriumklorid den foretrukne væsken i behandlingen av traumatisk hodeskade. Årsaken kan være at den høyere osmolariteten i natriumklorid gir redusert risiko for utvikling av hjerneødem (Tan et al., 2011, s. 672). I studien til Rowell et al. (2016) sammenlignet de Ringers' acetat og Natriumklorid. 117 pasienter fikk Ringers' acetat, mens 674 pasienter fikk Natriumklorid. I tillegg hadde Ringers' acetatgruppen høyere ISS, AIS, AIS Head, prehospital væskedosering og intubasjonsfrekvens. Ut ifra disse resultatene kan det se ut som Ringers' acetat ble gitt til de hardest skadde pasientene. Dette i kombinasjon med forskjellen i antall pasienter er en potensiell svakhet og kan ha innvirkning på resultatet. Studien til Rowell et al. (2016, s. 1057) anerkjenner sine begrensninger, og oppfordrer til at en randomisert kontrollert studie er nødvendig for å ytterligere bestemme fordeler og ulemper.

Avslutningsvis skriver Wijayatilake et al. (2015, s. 520) at væskemengde og dosering spiller inn på utfallet til pasienten uten å begrunne hvorfor. Det kan tenkes at større væskemengder fortyner blodet, og dermed også hemoglobin og koagulasjonsfaktorer. Videre er det mulig at større væskevolum vil kunne forverre hjerneødem eller intrakraniell blødning med påfølgende økt ICP. Ved traumatisk hodeskade må risikoen for utvanning av koagulasjonsfaktorer med påfølgende blødning, veies opp mot risikoen for utvikling av sekundær hjerneskade gjennom vevshypoksi og hypotensjon. Væskebehandlingen må være tilstrekkelig for å opprettholde cerebral perfusjon (Spaite et al., 2017, s. 63; Tan et al., 2011, s. 675; Wijayatilake et al., 2015, s. 519).

Vi har tidligere vist at kombinasjonen av hypoksi og hypotensjon hos pasienter med traumatisk hodeskade kan øke dødeligheten betraktelig (Spaite et al., 2017, s. 70; Wijayatilake et al., 2015, s. 519). For å begrense sekundær hjerneskade og død, bør det legges særlig vekt på aktiv forebygging og behandling av hypoksi og hypotensjon.

5.4 Metode

Bacheloroppgaven er skrevet som en litteraturstudie. Dette betyr at problemstillingen er besvart med utgangspunkt i litteratur og forskning som allerede eksisterer. Derfor er det mulig at det har kommet nyere forskning i løpet av skriveprosessen. I tillegg er det mulig at alternative søkeord og databaser hadde gitt andre resultater, men det er uvisst om dette ville besvart problemstillingen på en bedre måte. I søkestrategien har vi tatt utgangspunkt i oppsummert og kvalitetsvurdert forskning før vi bearbeidet enkeltstudier etter anbefaling av Nortvedt et al. (2012, s. 44). Vi valgte å inkludere oversiktsartikler og se på flere variabler slik at resultatene lettere kunne overføres til praksis. Fordelen er at dette gir oss som paramedic viktig teoretisk kunnskap med overføringsverdi til klinisk praksis. Ulempen er at hvert enkelt svar bygger på færre litteraturkilder.

Inkluderte vitenskapelige artikler har benyttet forskjellige metoder og antall pasienter. I tillegg er det store forskjeller innad i pasientgruppen når det gjelder klinisk presentasjon, patofysiologi og utfall (Bossers et al., 2015, s. 23; Menon & Ercole, 2017, s. 239). Det er derfor vanskelig å avgjøre om resultatene fra denne studien kan generaliseres da en forutsetning for dette er et representativt utvalg (Dalland, 2017, s. 221). Forskningen er gjennomgående enige i at det går dårligere med pasientene som opplever hypoksi og hypotensjon. Men det kan tenkes at det er behov for flere randomiserte kontrollerte studier for å bestemme effekten av de enkelte prehospitalt tiltakene.

Håndtering av traumatisk hodeskade er et komplekst tema med mange variabler som spiller inn. På grunn av begrensninger i antall ord og tid kan ikke denne litteraturstudien gi en fullverdig utredning av alt som innebærer håndtering og begrenning av sekundær hjerneskade. Derimot mener vi studien gjør rede for viktige behandlingsmål og behandlingstiltak. I en større studie ville man kunne inkludere momenter som supraglottiske luftveier, immobilisering, blodsukkerregulering, temperaturkonservering, og behandling av komplikasjoner, for eksempel kramper. I tillegg ville det vært interessant å se nærmere på valg av transportmåte. Vi anerkjenner at disse momentene er viktige, og vi foreslår at de kan studeres nærmere. Det kan tenkes at den ideelle metoden for å svare på vår problemstilling ville vært en systematisk oversiktsartikkel over gode randomiserte kontrollerte studier.

Vi har tidligere nevnt at den prehospitalt hverdagen inkluderer arbeid med nær sagt alle pasientkategorier (Bakke, 2015, s. 44). I tillegg er det mulig å se for seg at de fleste hodeskadene skjer utenfor sykehus, noe som vil medføre at vi som paramedics møter denne pasientgruppen i vår praksis. I oppgavens teorikapittel og avgrensning ble det presentert utfordringer knyttet til paramedics' rolle i norsk ambulansesektor. Begrunnelsen for at vi har undersøkt endotrakeal intubasjon er fordi det er regnet som gullstandard i luftveissikring. I tillegg blir prosedyren rutinemessig utført av mange paramedic-baserte ambulansetjenester i verden (Bossers et al., 2015, s. 2). Ettersom jobbglidning har blitt en realitet i norsk helsevesen, er det ikke utenkelig at fremtidens paramedics vil kunne utføre mer avanserte prosedyrer enn det gjøres idag (Bakke, 2015, s. 47). De forskningsetiske aspektene i denne litteraturstudien anses for å være overholdt siden innholdet ikke kan spores tilbake til enkeltpersoner.

6.0 AVSLUTNING

I denne oppgaven ønsket vi å se på hvordan paramedic kan begrense sekundær hjerneskade hos hodeskadepasienter. Ut i fra litteraturstudiens kildegrunnlag ser det ut til at paramedic ikke skal intubere hodeskadepasienter under normale omstendigheter da intervensjonen kan medføre dårligere utfall for pasienten. Videre bør paramedic tilstrebe en SpO₂ mellom 95 og 100 prosent, samt ETCO₂ mellom 34 til 40 mmHg; ~4,53-5,33 kPa. Siden cerebral iskemi er identifisert som den viktigste årsaken til sekundær hjerneskade, bør paramedic opprettholde et tilstrekkelig CPP. Hypotensjon må unngås, og væskebehandling med isotone krystalloider bør være tilstrekkelig for å opprettholde cerebral perfusjon. Det er indikasjoner for at definisjonsgrensen for hypotensjon bør økes til mellom 110 mmHg og 120 mmHg for hodeskadepasienter. Kombinasjonen av hypoksi og hypotensjon øker dødeligheten betraktelig. Derfor bør legges særlig vekt på aktiv forebygging og behandling for å begrense sekundær hjerneskade.

God prehospital håndtering innebærer opprettholdelse av tilstrekkelig og stabil cerebral perfusjon. Ved å sørge for at pasienten har frie luftveier, er tilstrekkelig oksygenert, ventilert og sirkulert, vil paramedic kunne begrense sekundære hjerneskader. Ved å begrense sekundære hjerneskader vil man ikke bare redusere dødeligheten, men også forekomsten av nevrologiske sekveler hos pasienter med traumatisk hodeskade. Derimot ser det ut til at det trengs mer forskning, fortrinnsvis randomiserte kontrollerte studier for å bestemme effekten av de prehospitalt tiltakene.

Litteraturliste

- Arnesen, H. (2016). Hypotensjon. I *store medisinske leksikon*. Hentet fra <https://sml.snl.no/hypotensjon>
- Bakke, R. (2015). *Profesjonalisering av ambulansesyret* (Masteroppgave, Universitetet i Oslo). Hentet den 20. mai 2017 fra <https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/44837/Profesjonalisering-av-ambulansesyret.pdf?sequence=1>
- Berry, C., Ley, E. J., Bukur, M., Malinoski, D., Margulies, D. R., Mirocha, J., Salim, A. (2012). Redefining hypotension in traumatic brain injury. *Injury*, 43(11), 1833-7. doi: 10.1016/j.injury.2011.08.014
- Bjelland, B. & Bakke, R. (2017). Hvor langt har vi kommet i profesjonaliseringen? Hentet den 19. mai 2017 fra <https://www.dagensmedisin.no/artikler/2017/01/27/hvor-langt-har-vi-kommet-i-profesjonaliseringen/>
- Bossers, S. M., Schwarte, L. A., Loer, S. A., Twisk, J. W. R., Boer, C., Schober, P. (2015). Experience in Prehospital Endotracheal Intubation Significantly Influences Mortality of Patients with Severe Traumatic Brain Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*, 10(10):e0141034. doi: 10.1371/journal.pone.0141034
- Brenner, M., Stein, D. M., Hu, P. F., Aarabi, B., Sheth, K., Scalea, T. M. (2012). Traditional systolic blood pressure targets underestimate hypotension-induced secondary brain injury. *The journal of trauma and acute care surgery*, 72(5), 1135-9. doi: 10.1097/TA.0b013e31824af90b
- Caroline, N. L., Pollak, A. N. & Pilbery, R. (Red.). (2014). *Nancy Caroline's emergency care in the streets* (7. utg.). Bridgewater: Jones and Bartlett Learning.

College of Paramedics. (2015). Leading the development of the paramedic profession. Hentet den 21. mai 2017 fra

https://www.collegeofparamedics.co.uk/downloads/Post-Reg_Career_Framework_3rd_Edition.pdf

Crewdson, K., Lockey, D. J., Røislien, J., Lossius, H. M., Rehn, M. (2017).

The success of pre-hospital tracheal intubation by different pre-hospital providers: a systematic literature review and meta-analysis. *Critical Care (London, England)*, 21(1), 31. doi: 10.1186/s13054-017-1603-7

Dalland, O. (2017). *Metode og oppgaveskriving* (5. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk

Dalton, A. L., Limmer, D., Mistovich, J. J., Werman, H. A. (2012).

EMPACT: Emergency medical patients: Assessment, Care & Transport. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education Brady

De nasjonale forskningsetiske komiteene. (2009). Akuttmedisinsk forskning/kliniske nødsituasjoner. Hentet 16. april 2017 fra

<https://www.etikkom.no/forskningsetiske-retningslinjer/Medisin-og-helse/Redusert-samtykkekompetanse/Akuttmedisinsk-forskningkliniske-nodssituasjoner/>

Gaither, J. B., Spaite, D. W., Bobrow, B. J., Denninghoff, K. R., Stolz, U., Beskind, D. L., Meislin, H. W. (2012).

Balancing the Potential Risks and Benefits of Out-of-Hospital Intubation in Traumatic Brain Injury: The Intubation/Hyperventilation Effect. *Annals of Emergency Medicine*, 60(6), 732-736. doi: 10.1016/j.annemergmed.2012.06.017

Goldberg, S. A., Rojanasartikul, D., Jagoda, A. (2015).

The prehospital management of traumatic brain injury. *Handbook of clinical neurology*, 127(23), 367-378. doi: 10.1016/B978-0-444-52892-6.00023-4

Hemphill, J. C. (2016).

Traumatic brain injury: Epidemiology, classification, and pathophysiology. I Wilterdink, J. L. (Red.), *UpToDate*. Hentet 23. mars 2017 fra https://www.uptodate.com/contents/traumatic-brain-injury-epidemiology-classification-and-pathophysiology?source=search_result&search=traumatic%20brain%20injury&selectedTitle=1~150

Hemphill, J. C., Phan, N. (2015).

Management of acute severe traumatic brain injury. I Wilterdink, J. L. (Red.), *UpToDate*. Hentet 23. mars 2017 fra https://www.uptodate.com/contents/management-of-acute-severe-traumatic-brain-injury?source=search_result&search=management%20of%20severe%20traumatic%20brain%20injury&selectedTitle=1~150

Høgskolen i Oslo og Akershus (2017).

Programplan for Prehospitalt arbeid - paramedic 2016. Hentet 13. mai 2017 fra <http://www.hioa.no/Studier-og-kurs/HF/Bachelor/Prehospitalt-arbeid-paramedic/Programplan-for-Prehospitalt-arbeid-paramedic-2016>

Johannessen, A., Tufte, P. A., & Christoffersen, L. (2016).

Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode (5. utg.). Oslo: Abstrakt forlag

Legevakthåndboken. (udatert) ABCDE-prinsipper. Hentet 18. mai 2017 fra

http://www.lvh.no/naar_det_haster/abcde_primaer-og_sekundaerundersoekelsen/abcde-prinsipper

Menon, D. K & Ercole, A. (2017).

Critical care management of traumatic brain injury. *Handbook of clinical neurology*, 140, 239-274. doi: 10.1016/B978-0-444-63600-3.00014-3

Nasjonalt traumeregister. (2016) *Årsrapport for 2015 med plan for forbedringstiltak*. Hentet 16. april 2017 fra

http://nasjonalttraumeregister.no/wp-content/uploads/2016/11/%C3%85rsrapport_2015_NTR.pdf

National Association of Emergency Medical Technicians., Pre-Hospital Trauma Life Support Committee., American College of Surgeons Committee on Trauma. (2014).

PHTLS: Prehospital trauma life support (8. utg.). Burlington: Jones and Bartlett Learning

Nasjonalt kompetansetjeneste for traumatologi: (2016). Nasjonal traumeplan - Traumesystem i Norge 2016. Hentet 26. mai 2017 fra

<http://traumeplan.no/wp-content/uploads/2017/02/Nasjonalt-traumeplan-%E2%80%93-Traumesystem-i-Norge-2016.pdf>

Nordby, H. (2014). *Samhandling i prehospitalt arbeid* (2. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk

Nortvedt, M. W., Jamtvedt, G., Graverholt, B., Nordheim, L. V., Reinart, L. M. (2012).

Jobb kunnskapsbasert!: en arbeidsbok (2. utg.). Oslo: Akribes

Oftedal, L. (2017) Norge bør få felles fagprosedyrer. *Ambulanseforum: tidsskrift for ambulanse og redningstjeneste*, 42(1), 10-15

Oslo universitetssykehus (2012). *Medisinsk Operativ Manual: versjon 7*. Oslo

Paramedics Australasia. (2016). Paramedicine Role Descriptors. Hentet 21. mai 2017 fra

https://paramedics.org/wp-content/uploads/2016/09/PRD_211212_WEBONLY.pdf

Paulsen, R. E & Ottersen, O. P. (2000).

Glutamat, apoptose og nekrose i nervesystemet. *Tidsskriftet for den Norske legeforening*. Hentet 06. april 2017 fra

<http://tidsskriftet.no/2000/01/tema-fremtiden/glutamat-apoptose-og-nekrose-i-nervesystemet>

- Peeters, W., van den Brande, R., Polinder, S., Brazinova, A., Steyerberg, E. W., Lingsma, H. F., Maas, A. I. (2015).
Epidemiology of traumatic brain injury in Europe. *Acta Neurochirurgica (Wien, Østerrike)*, 157(10), 1683-1696. doi: 10.1007/s00701-015-2512-7
- Rehn, M & Krüger, A. (2010). Det prehospitalt paradoks. *Tidsskriftet for den Norske legeforening*, 130(4), 369
- Roberts, B. W., Karagiannis, P., Coletta, M., Kilgannon, J. H., Chansky, M. E., Trzeciak, S. (2015).
Effects of PaCO₂ derangements on clinical outcomes after cerebral injury: A systematic review. *Resuscitation*, 91, 32-41. doi: 10.1016/j.resuscitation.2015.03.015
- Rowell, S. E., Fair, K. A., Barbosa, R. R., Watters, J. M., Bulger, E. M., Holcomb, J. B., ... Schreiber, M. A. (2016).
The impact of Pre-Hospital Administration of Lactated Ringer's Solution versus Normal Saline in Patients with Traumatic Brain Injury. *Journal of neurotrauma*, 33(11), 1054-1059. doi: 10.1089/neu.2014.3478
- Ruyter, K. W., Førde, R., Solbakk, J. H. (2014). *Medisinsk og helsefaglig etikk* (3. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk
- Sand, O., Sjaastad, Ø. V. & Haug, E. (2014). *Menneskets fysiologi* (2. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk
- Seder, D. B., Jagoda, A., Riggs, B. (2015).
Emergency Neurological Life Support: Airway, Ventilation, and Sedation. *Neurocritical care*, 23(2), 5-22. doi:10.1007/s12028-015-0164-3
- Spaite, D. W., Hu, C., Bobrow, B. J., Chikani, V., Barnhart, B., Gaither, J. B., ... Sherrill, D. (2017).
The Effect of Combined Out-of-Hospital Hypotension and Hypoxia on Mortality in Major Traumatic Brain Injury. *Annals of Emergency Medicine*, 69(1), 62-72. doi: 10.1016/j.annemergmed.2016.08.007

Tan, P. G., Cincota, M., Clavisi, O., Bragge, P., Wasiaak, J., Pattuwage, L., Gruen, R. L., (2011).

Review article: Prehospital fluid management in traumatic brain injury. *Emergency medicine Australasia*, 23(6), 665-676. doi: 10.1111/j.1742-6723.2011.01455

Thidemann, I. J. (2015). *Bacheloroppgaven for sykepleierstudenter*. Oslo: Universitetsforlaget

Wijayatilake, D. S., Jigajinni, S. V., Sherren, P. B. (2015).

Traumatic brain injury: physiological targets for clinical practice in the prehospital setting and on the Neuro-ICU. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 28, 517-524. doi: 10.1097/ACO.0000000000000233

World Health Organization. (udatert). Neurotrauma. Hentet 14. april 2017 fra

http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_traffic/activities/neurotrauma/en/

Ørn, S., Mjell, J. & Bach-Gansmo, E. (Red.). (2011). *Sykdom og behandling*.

Oslo: Gyldendal akademisk

Vedlegg

Vedlegg 1: Glasgow Coma Scale

Vedlegg 2: Forbehold om norsk statistikk

Vedlegg 3: Litteratursøk 31. mars 2017

Vedlegg 4: Litteraturmatrise

Vedlegg 1: Glasgow Coma Scale

Øyeåpning	Spontan	4
	På oppfordring/tiltale	3
	Ved smertestimuli	2
	Ingen	1
Beste verbale respons	Oriertert tale	5
	Forvirret tale	4
	Usammenhengende ord	3
	Usammenhengende lyder	2
	Ingen	1
Beste motoriske respons	Utfører ordre	6
	Lokaliserer smerte	5
	Avverge ved smertestimuli	4
	Fleksjon ved smertestimuli	3
	Ekstensjon ved smertestimuli	2
	Ingen	1
Totalt		Sum

Hentet fra Dalton et al. (2012, s. 243)

Vedlegg 2: Forbehold om norsk statistikk

OUS registrerer foreløpig ikke data inn i NTR av formelle årsaker. Det arbeides for tiden med å løse dette, men en endelig løsning er ikke klar (M. Hestnes, Traumeregisteret Oslo universitetssykehus Ullevål, personlig kommunikasjon, 18. mai 2017). På grunn av dette måtte tallene hentes fra NTR og OUS separat. Tallene inneholdt pasienter med registrert hodeskade i henhold til AIS Head. AIS Head omfatter også kutt og hudskader i hodet. Dermed inngår pasienter med isolerte småskader i statistikken, selv om de ikke regnes som hodeskadepasienter i oppgavens forstand (M. Hestnes, Traumeregisteret Oslo universitetssykehus Ullevål, personlig kommunikasjon, 18. mai 2017). Derfor er det grunn til å betrakte dataene med forbehold.

Vedlegg 3: Litteratursøk 31. mars 2017

Populasjon	Skadetype	Håndtering og Utfall
exp Emergency Medical Services	exp Craniocerebral Trauma (Medline)	exp Treatment Outcome
exp Emergency Medical Technicians	exp Head Injuries (Cinahl)	exp Patient Care
exp Critical Care	exp Brain Injuries	exp Patient Care Management (Medline)
exp First Aid	exp Brain Injuries, Traumatic (Medline)	exp Therapeutics
exp Emergency Medicine	Traumatic Brain Injury.mp	exp Epidemiology
Initial management.mp	Secondary brain injury.mp	exp Mortality
Paramedic*.mp	Secondary insults.mp	
Out-of-hospital.mp		
Prehospital.mp		
Pre-hospital.mp		
OR Medline n = 194 644 Cinahl n = 89 188	OR Medline n = 148 871 Cinahl n = 24 992	OR Medline n = 4 949 207 Cinahl n = 1 234 577
AND Medline n = 4317 Cinahl n = 1270		
LIMITS (2010 - d.d., norsk/dansk/svensk/engelsk, human) Medline n = 1336 Cinahl n = 338		
LIMITS (review articles) Medline n = 261 Cinahl n = 94		
Inkluderte oversiktsartikler *etter abstract	Medline n = 12 Cinahl n = 1	
Inkluderte enkeltstudier *etter abstract	Medline n = 7 Cinahl n = 4	
Totalt *etter abstract	n = 24	

Vedlegg 4: Litteratormatrise

Artikkel 1

Referanse	Bossers, S. M., Schwarte, L. A., Loer, S. A., Twisk, J. W. R., Boer, C., Schober, P. (2015) Experience in Prehospital Endotracheal Intubation Significantly Influences Mortality of Patients with Severe Traumatic Brain Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. <i>PLoS One</i> , 10(10):e0141034. doi: 10.1371/journal.pone.0141034
Database	Medline/OVID, Cinahl
Hensikt	Å undersøke effekten av prehospital endotrakeal intubasjon på pasienter med alvorlig hodeskade. Studiens hypotese var at det eksisterte en sammenheng mellom intubatørens ferdigheter og pasientdødelighet.
Metode	Systematisk oversiktsartikkel: 30 000 voksne pasienter. 24 studier (inkl. RCT, observasjonsstudier) som sammenlignet prehospital intubasjon med basal luftveishåndtering på pasienter med mistenkt eller bekreftet alvorlig hodeskade. Studier og data ble kvalitetssikret gjennom kvalitetssikringsverktøy og dobbelkontrollert av uavhengige fagfeller. Begrenset klinisk funksjon (ambulanseteknikere, ordinære paramedics) Utvidet klinisk funksjon (akuttleger/sykepleiere/paramedics) Pasientdødelighet som mål på effekten av intubasjon grunnet sin høye kliniske relevans. Sier ingenting om graden av nevrologiske sekveler hos overlevende.
Resultat/funn	Direkte sammenheng mellom økt dødelighet hos pasienter som ble intubert av personell med begrenset klinisk funksjon (OR 2,33, 95% CI 1.61-3.38, p<0,001). Ingen direkte sammenheng mellom ferdigheter og dødelighet hos pasienter som ble intubert av personell med utvidet klinisk funksjon, selv om det gav økende trend i overlevelse (OR 0,75, 95% CI 0.52-1.08, p = 0.126).

	<p>Ytterligere studier er nødvendig for å bestemme forholdet mellom intubasjon og dødelighet ved bruk av personell med utvidet klinisk funksjon, fortrinnsvis en RCT.</p> <p>Dødeligheten avhenger av ferdighetene til den enkelte intubatør. Personell med begrensede intubasjonsferdigheter skal ikke intubere pasienter med alvorlig hodeskade prehospitalt. Dette er assosiert med dobbelt så høy sjansel for økt dødelighet. Intubasjon kan være til fordel eller ulempe i den enkelte situasjon, og prognosen avhenger av gjennomføring, bivirkninger, komplikasjoner og ventilasjonsstrategier. Studien oppfordrer til ytterligere forskning på disse momentene fordi de har fått for lite oppmerksomhet.</p>
Relevans	<p>Omhandler prehospitalluftveishåndtering av alvorlig hodeskade. Luftveishåndtering er delaktig i det som påvirker sekundære hjerneskader. Studien har spesifikt undersøkt intubering utført av paramedics med begrenset og utvidet klinisk funksjon.</p>
Kvalitets vurdering	<p>Inkluderte studier og data er kvalitetssikret og dobbelkontrollert av uavhengige fagfeller. Artikkelen har ikke inkludert upubliserte studier, og det kommer ikke tydelig fram om det er søkt i referanselister eller tatt kontakt med eksperter. Det kommer heller ikke fram om forfatterne har søkt etter andre språk enn engelsk.</p> <p>Gjennomgått kvalitetsvurdering av to forfattere og en tredjepart Newcastle-Ottawa scale (median på sju stjerner) for inkluderte kohortstudier. Cochrane collaborations tool (lav risiko) for å vurdere bias i inkluderte RCT-studier.</p>

Artikkel 2

Referanse	Gaither, J. B., Spaite, D. W., Bobrow, B. J., Denninghoff, K. R., Stolz, U., Beskind, D. L., Meislin, H. W. (2012) Balancing the Potential Risks and Benefits of Out-of-Hospital Intubation in Traumatic Brain Injury: The Intubation/Hyperventilation Effect. <i>Annals of Emergency Medicine</i> , 60(6), 732-736. doi: 10.1016/j.annemergmed.2012.06.017
Database	Medline/OVID, Cinahl
Hensikt	Undersøke potensielle fordeler og ulemper ved tidlig endotrakeal intubasjon av pasienter med traumatisk hodeskade. Artikkelen fokuserer på sammenhengen mellom utilsiktet hyperventilering og sekundær hjerneskade i etterkant av en vellykket intubasjon. Artikkelen inkluderer de patofysiologiske prosessene ved hyperventilering som forårsaker sekundær hjerneskade (figure, s. 733)
Metode	Oversiktsartikkel med 72 referanser
Resultat/funn	<p>Prehospital og tidlig-inhospital hyperventilering og hypokapni kunne øke dødeligheten med seks ganger.</p> <p>Viser til en studie der 209 pasienter ble intubert prehospitalt. 33% dødelighet (intubert), 24% dødelighet (ikke intubert). Oppfølgingsanalyse viste OR død 1.8 (95% CI 1.1-3.0) dersom PaCO₂ var ≤ 30 mmHg ved ankomst sykehus. Dødeligheten var 39% hos pasienter med PaCO₂ ≤ 33 mmHg, sammenlignet med 26% hos pasienter med PaCO₂ ≥ 33 mmHg. Dette pekte mot at det ikke nødvendigvis var selve intubasjonen, men hyperventilasjon i etterkant som gav økt dødelighet.</p> <p>Optimal håndtering av pasientgruppen inkluderer kontinuerlig kapnografi, og strengt kontrollert ventilasjon. Anbefalte ETCO₂ verdier er mellom 35 mmHg og 40 mmHg (~4,66-5,33 kPa) i henhold til gjeldende retningslinjer. Ved riktig utførelse gir intubasjon effektiv luftveissikring og adekvat oksygenering. Likevel øker det sannsynligheten for utilsiktet hyperventilering og påfølgende økt risiko for sekundære hjerneskader. For å oppnå gode utfall er det nødvendig å velge riktig pasient å intubere, oppnå høyest mulig suksessrate med trening og unngå hyperventilasjon.</p>

Relevans	Omhandler prehospital luftveishåndtering av alvorlig hodeskade. Luftveishåndtering er delaktig i det som påvirker sekundære hjerneskader.
Kvalitets vurdering	Artikkelen refererer til 72 kilder, men oppgir ingen informasjon om valg og gjennomføring av metode. Det er derfor vanskelig å konkludere om viktige og relevante studier er inkludert og kvalitetssikret.

Artikkel 3

Referanse	Roberts, B. W., Karagiannis, P., Coletta, M., Kilgannon, J. H., Chansky, M. E., Trzeciak, S. (2015) Effects of PaCO ₂ derangements on clinical outcomes after cerebral injury: A systematic review. <i>Resuscitation</i> , 91, 32-41. doi: 10.1016/j.resuscitation.2015.03.015
Database	PubMed: enkeltsøk
Hensikt	Å kartlegge påvirkningen av ubalanserte PaCO ₂ verdier på kliniske utfall etter gjennomgått hjerneskade av forskjellige årsaker.
Metode	Systematisk oversiktsartikkel: 17 inkluderte studier, hvorav seks omhandlet traumatisk hodeskade. Alle studiene inkluderte inhospital dødelighet, normokapni, hypokapni, hyperkapni, samt lengde på sykehusopphold og langtidsutsikter etter tre, seks og 12 måneder.
Resultat/funn	<p><u>Hypokapni:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Assosiert med dårligere nevrologiske utfall og økt dødelighet hos hodeskadepasienter. - Dårligere nevrologiske utfall etter tre og seks måneder sammenlignet med normokapni. Fortsatt samme trend etter 12 måneder, men ikke statistisk signifikant. <p><u>Hyperkapni:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Assosiert med dårligere nevrologiske utfall og økt dødelighet hos hodeskadepasienter - Motstridende forskning, men hovedtyngden viser til dårligere utfall. <p>Det er behov for ytterligere forskning for å bestemme det optimale nivået av PaCO₂ hos pasienter med hjerneskade.</p>
Relevans	Hypokapni og hyperkapni har sammenheng med hvordan en ventilerer pasienter. I tillegg belyser den faremomenter ved for høyt eller lavt nivå av CO ₂ i blodet.
Kvalitets vurdering	To forfattere gjorde en uavhengig kartlegging av inkluderte studier. En tredje forfatter ble konsultert ved uenighet. Inkluderte studier ble kvalitetssikret gjennom Cochrane Collaborations tool og Newcastle-Ottawa Scale. Det er uvisst om artikkelen har overføringsverdi til klinisk praksis ettersom den optimale PaCO ₂ verdien fortsatt er ukjent.

Artikkel 4

Referanse	Berry, C., Ley, E. J., Bukur, M., Malinoski, D., Margulies, D. R., Mirocha, J., Salim, A. (2012) Redefining hypotension in traumatic brain injury. <i>Injury</i> , 43(11), 1833-7. doi: 10.1016/j.injury.2011.08.014
Database	PubMed: enkeltsøk
Hensikt	Undersøke om definisjonen på hypotensjon bør endres hos pasienter med traumatisk hodeskade. Dette på bakgrunn av at studien viser til forhøyet definisjon hos traumepasienter uten hodeskade.
Metode	Retrospektiv studie: 15 733 traumepasienter over 14 med isolert stump moderat til alvorlig hodeskade på et traumesenter i Los Angeles i løpet av en åtteårsperiode. Dataauthenting via Los Angeles County Trauma System Database. Isolert traumatisk hodeskade var definert som H-AIS (≥ 3 , med alle andre kroppsregioner ≤ 3 AIS). Studien ekskluderte pasienter under 15 år, H-AIS > 5 , død ved ankomst, manglende data (dødelighet, alder, ISS, GCS, systolisk blodtrykk ved ankomst). Pasientene ble sortert i tre grupper: <ul style="list-style-type: none"> - 15-49 år (n = 10 284) - 50-69 år (n = 3093) - 70 år og eldre (n = 2356)
Resultat/funn	Nye definisjoner på systolisk blodtrykk (SBT) <ul style="list-style-type: none"> - SBT 110 mmHg for aldersgruppen 15-49 år (AOR 1.98, CI 1.65-2.39, $p < 0.0001$). SBT < 110 mmHg gav 98% økt dødelighet for aldersgruppen - SBT 100 mmHg for aldersgruppen 50-69 år (AOR 2.20, CI 1.46-3.31, $p = 0.0002$). SBT < 100 mmHg gav 120% økt dødelighet for aldersgruppen. - SBT 110 mmHg for aldersgruppen ≥ 70 år (AOR 1.92, CI 1.35-2.74, $p = 0.0003$). SBT < 110 mmHg gav 92% økt dødelighet for aldersgruppen.

Relevans	Blodtrykk er i seg selv et fysiologisk behandlingsmål for pasientgruppen. Forandringer i blodtrykk har innvirkning på CPP. Studien omfatter pasientenes blodtrykk ved levering, og er altså et resultat av prehospital behandling.
Kvalitets vurdering	Systolisk blodtrykk ble brukt som objektivt mål, og studien anerkjenner at automatiske non-invasive blodtrykksapparat kan gi feilmarginer med cirka 10 mmHg. Forskjellene i blodtrykk ble observert en gang og ikke kontinuerlig i pasientforløpet, noe som medførte at konklusjonen er basert på den ene målingen. Studien har ikke inkludert aldersforandringer og sykелighet, og anerkjenner dette som en mulig feilkilde.

Artikkel 5

Referanse	Brenner, M., Stein, D. M., Hu, P. F., Aarabi, B., Sheth, K., Scalea, T. M. (2012) Traditional systolic blood pressure targets underestimate hypotension-induced secondary brain injury. <i>The journal of trauma and acute care surgery</i> , 72(5), 1135-9. doi: 10.1097/TA.0b013e31824af90b
Database	Medline/OVID
Hensikt	Undersøke om kontinuerlig blodtrykkmåling kunne gi et mer nøyaktig blodtrykksmål hos pasienter med alvorlig hodeskade. Dette på bakgrunn av kontinuerlig overvåkning har vist seg å korrelere mer nøyaktig til prognose sammenlignet med manuelle målinger. Studiens overordnede hensikt var å gi bedre forutsetninger for overlevelse og tilheling, også i situasjoner med begrensede muligheter for invasiv overvåkning (prehospitalt/krig).
Metode	Komparativ studie over en toårsperiode: 60 pasienter (16-83 år), ankomst innen seks timer etter skade, GCS under 9 og tilstedeværende ICP-måling. Pasienter med AIS over 3 ble ekskludert for å forhindre multitraumer og ikke-overlevbare hodeskader. Påbegynte ICP målinger etter 24 timer, samt tilfeller med teknisk svikt i måleinstrumentene ble også ekskludert. Vitalia ble loggført gjennom et nettverk av pasientmonitører på traumesenteret. Lengde og varighet av hypotensive episoder ble registrert med kurver for hvert sjette sekund i 72 timer sammenhengende etter skaden. Medianverdier for systolisk blodtrykk ble kalkulert hvert femte minutt for å beskrive amplitude og varighet av hypotensive episoder under følgende terskler: 90 mmHg, 100 mmHg, 110 mmHg og 120 mmHg. Det ble gjort en undersøkelse av langtidsutsikter etter seks og 12 måneder gjennom telefonintervju.
Resultat/funn	Systolisk blodtrykk < 120 mmHg er en potensielt bedre terskel å unngå, for å redusere sekundære insulter, særlig i situasjoner med begrenset invasiv monitorering.

	SBT under 120 mmHg er en potensielt bedre terskel å unngå for å redusere sekundær hjerneskade. Tilstedeværende SBT under 120 mmHg i løpet av de første 48 timene har sammenheng med dødelighet og prognose etter 12 måneder
Relevans	Blodtrykk er i seg selv et fysiologisk behandlingsmål for pasientgruppen. Forandringer i blodtrykk har innvirkning på CPP. Studien omfatter pasientenes kontinuerlige blodtrykk med overføringsverdi til situasjoner med begrenset invasiv kapasitet. Her nevnes det prehospitale miljøet spesifikt.
Kvalitets vurdering	Invasivt kontinuerlig blodtrykk som objektivt mål. Inkluderte 60 pasienter, hvorav 45 pasienter/verger ble intervjuet som en del av kartleggingen av langtidsutsikter. Sju pasienter fikk ikke oppfølging. Studien sier ingenting om forfallsgruppen skiller seg oppfølgingsgruppen. Vi vurderer oppfølgingstiden som tilstrekkelig.

Artikkel 6

Referanse	Rowell, S. E., Fair, K. A., Barbosa, R. R., Watters, J. M., Bulger, E. M., Holcomb, J. B., ... Schreiber, M. A. (2016) The impact of Pre-Hospital Administration of Lactated Ringer's Solution versus Normal Saline in Patients with Traumatic Brain Injury. <i>Journal of neurotrauma</i> , 33(11), 1054-1059. doi: 10.1089/neu.2014.3478
Database	PubMed: via referanselisten til Hemphill & Phan (2015).
Hensikt	Å avgjøre om prehospital volumbehandling med Ringers' acetat er assosiert med bedre prognose sammenlignet med natriumklorid hos pasienter med og uten traumatisk hodeskade.
Metode	Retrospektiv analyse: 791 pasienter med ISS høyere eller lik 9. 308 pasienter hadde AIS høyere eller lik 3, mens 483 hadde AIS 3 eller lavere. Infunderte produkter som ikke var Ringers' acetat eller natriumklorid ble ekskludert fra studien. <u>Prehospital volumbehandling (mer eller lik 200 ml)</u> <ul style="list-style-type: none"> - Ringers' acetat (n = 117) - Natriumklorid (n = 674)
Resultat/funn	Median ISS, H-AIS, ekstremitets-AIS, og prehospital volumbehandling var høyere i hodeskade og ikke-hodeskadegruppen hos pasienter som fikk Ringers' acetat sammenlignet med natriumklorid ($p < 0.01$) Pasienter med traumatisk hodeskade (n = 308) utviste høyere justert dødelighet ved Ringers' acetat sammenlignet med natriumklorid (HR 1.78, CI 1.04-3.04, $p = 0.035$) Pasienter uten traumatisk hodeskade (n = 483) utviste ingen forskjell i dødelighet (HR 1.49, CI 0.757-2.95, $p = 0.035$) mellom Ringers' acetat og Natriumklorid Hos pasienter med $AIS \geq 3$ var ujustert 30 dagers dødelighet 50% for Ringers' acetat, og 28% for natriumklorid.

	Ved H-AIS < 2 var 30 dagers dødelighet 25% for Ringers' acetat, og 11% for natriumklorid. Det var ingen observert forskjell i 30 dagers dødelighet mellom gruppene ved AIS ≤ 2.
Relevans	Omhandler prehospita l væskebehandling. Væskebehandling nyttes til å korrigere pasientens blodtrykk. Enkelte ambulansetjenester har Ringers' acetat eller Natriumklorid eller begge.
Kvalitets vurdering	En svakhet med studien er at det er en retrospektiv analyse av prospektivt samlede data. Kun 117 pasienter fikk Ringers' acetat, mens 674 fikk Natriumklorid. Pasientene som fikk Ringers' acetat hadde høyere ISS, AIS Head, AIS, prehospita l væskevolum og prehospita l intubasjonsfrekvens enn pasientene som fikk Natriumklorid. Studien anerkjenner sine begrensninger, og oppfordrer til en RCT for å bestemme fordeler og ulemper ytterligere.

Artikkel 7

Referanse	Tan, P. G., Cincota, M., Clavisi, O., Bragge, P., Wasiak, J., Pattuwage, L., Gruen, R. L., (2011) Review article: Prehospital fluid management in traumatic brain injury. <i>Emergency medicine Australasia</i> , 23(6), 665-676. doi: 10.1111/j.1742-6723.2011.01455
Database	Medline/OVID via Helsebiblioteket, Cinahl
Hensikt	Undersøke effekten av alternative sammenlignet med konvensjonelle væsker i behandlingen av pasienter med traumatisk hodeskade. I tillegg sikkerheten av forsinket sammenlignet med tidlig væskebehandling av pasientgruppen og traumepasienter for øvrig.
Metode	Systematisk oversiktsartikkel: ni RCT og en kohortstudie (effekten av alternative og konvensjonelle væsker), en RCT (sammenlignet forsinket og umiddelbar væskebehandling. Kun studier med prehospital forankring er inkludert.
Resultat/funn	Hypertont saltvann ble assosiert med høyere serumkonsentrasjon av natrium og klorid, med påfølgende redusert behov for inotropisk støtte. Ingen studier viste bedre overlevelse og funksjonelt utfall ved alternative sammenlignet med konvensjonelle væsker. Ringers' acetat gav høyere PaO ₂ ved ankomst sykehus, men uten signifikant endring videre i behandlingsforløpet. Natriumklorid er den foretrukne væsken i behandling av traumatisk hodeskade fordi den høyere osmolariteten gir redusert risiko for utvikling av hjerneødem.
Relevans	Omhandler prehospital væskebehandling. Væskebehandling nyttes til å korrigere pasientens blodtrykk. Omhandler kun studier med prehospital forankring.
Kvalitets vurdering	Alle inkluderte studier ble kritisk vurdert av en ekstern fagfelle ved hjelp av et kvalitetssikringsprogram. Det kommer ikke tydelig fram om studien har søkt etter ikke-publiserte studier og tatt kontakt med eksperter. Vi etterlyser en intern sammenligning av isotone krystalloider da studien nevner at det kan være forskjeller av klinisk verdi.

Artikkel 8

Referanse	Spaite, D. W., Hu, C., Bobrow, B. J., Chikani, V., Barnhart, B., Gaither, J. B., ... Sherrill, D. (2017) The Effect of Combined Out-of-Hospital Hypotension and Hypoxia on Mortality in Major Traumatic Brain Injury. <i>Annals of Emergency Medicine</i> , 69(1), 62-72. doi: 10.1016/j.annemergmed.2016.08.007
Database	PubMed: via referanselisten til Hemphill & Phan (2015).
Hensikt	Studien tar for seg dødeligheten ved alvorlig traumatisk hodeskade hos pasienter som opplever hypoksi og hypotensjon. Studien legger særlig vekt på den kombinerte effekten av hypoksi og hypotensjon på grunn av lite eksisterende forskning.
Metode	Kohortstudie over en sjuårsperiode: 13 151 pasienter over 10 år, medianalder 45 år, 68,6% menn. Inkluderer moderat til alvorlig hodeskade som enten var isolert eller multitraume.
Resultat/funn	11 545 (87,8%) hadde hverken hypoksi eller hypotensjon, 604 (4,6%) var hypotensive, 790 (6,0%) var hypoksiske, 212 (1,6%) var hypotensive og hypoksiske. Dødeligheten var henholdsvis 5,6%, 20,7%, 28,1% og 43,9%.
Relevans	Tar for seg hypoksi og hypotensjon i den prehospitale fasen. I oppgavens teorikapittel presenterer vi hvordan hypoksi og hypotensjon er med på å gi pasienten sekundære hjerneskader.
Kvalitets vurdering	Studien sier ingenting om behandlingseffekt, kun sammenhengen mellom hypoksi, hypotensjon og dødelighet. SBT og SpO2 ble brukt som objektive mål. Det ble kun inkludert pasienter der disse verdiene var dokumentert. Derimot viser studien til at det ikke er mulig å verifisere alle målingene, og at man ikke kunne forsikre seg om at alle hypoksiske eller hypotensive pasienter ble identifisert. Studien viser til absolutt anonymitet.

Artikkel 9

Referanse	Wijayatilake, D. S., Jigajinni, S. V., Sherren, P. B. (2015). Traumatic brain injury: physiological targets for clinical practice in the prehospital setting and on the Neuro-ICU. <i>Current Opinion in Anaesthesiology</i> , 28, 517-524. doi: 10.1097/ACO.0000000000000233
Database	Medline/OVID, Cinahl
Hensikt	Forståelsen for de patofysiologiske prosessene ved traumatisk hodeskade har bidratt til å utvikle kjernen av fysiologiske behandlingsmål. Denne artikkelen sammenfatte eksisterende litteratur om behandlingsmålene i prehospital og nevrointensiv setting.
Metode	Oversiktsartikkel med 73 referanser.
Resultat/funn	<p>Sammenhengen mellom intubasjon og prognose er relatert til pasientens tilstand, intubatørens erfaring, samt bruken av sederende og muskelrelakserende legemidler. Optimal håndtering av pasientgruppen inkluderer kontinuerlig overvåkning med kapnograf. anbefalte verdier er mellom 34 og 38 mmHg.</p> <p>Hypoksi skader hjernen gjennom forverring av nevroinflammasjon som fører til dårligere prognose. Hypoksi alene kan øke dødeligheten opp til fire ganger, men hyperoksi er også farlig. Dette ble assosiert med høyere forekomst av cerebral eksitotoksisitet. Man skal tilstrebe SpO2 over 90%. Hver eneste hypotensive episode har en dramatisk effekt på utfallet til pasienten. SBT under 90 mmHg kan øke dødeligheten med tre ganger. Kombinasjonen av hypoksi og hypotensjon kan øke dødeligheten med 14 ganger.</p> <p>En foreløpig analyse i EPIC studien anslår at det systoliske måltrykket kan være så høyt som 144 mmHg.</p> <p>Hypertensjon kan forverre ICP, og gir økende dødelighet ved SBT over 160 mmHg</p>

Relevans	Omhandler fysiologiske behandlingsmål for pasientgruppen i prehospital setting. Fysiologiske behandlingsmål er viktige for å forhindre/begrense sekundær hjerneskade.
Kvalitets vurdering	Oppgir ingen informasjon om valg og gjennomføring av metode. Det er derfor vanskelig å konkludere om viktige og relevante studier er inkludert og kvalitetssikret.

