

Skandinaviske retningslinjer for prehospitaal håndtering av alvorlige hodeskader

Sammendrag

Alvorlige hodeskader tar mange unge liv og gir alvorlige, varige mén. Forebygging av ulykker er det viktigste man kan gjøre for å redusere dette problemet. For pasientgruppen som rammes av en alvorlig hodeskade, kan antallet dødsfall reduseres og omfanget av skadene bli mindre ved systematisk håndtering. Å unngå sekundære skader som en følge av hypoksemi og hypotensjon samt å sørge for raskest mulig transport til sykehus med nevrokirurgisk kompetanse er tiltak som har vist reduksjon i både mortalitet og morbiditet. Kunnskaper og ferdigheter i vurdering og behandling av alvorlige hodeskader basert på forskning må danne grunnlaget for denne håndteringen. Kunnskapsbaserte retningslinjer eksisterer, der fokus rettes mot alle ledd i behandlingskjeden. I denne artikkelen presenteres nye anbefalinger fra Brain Trauma Foundation tilpasset den nordiske regionen.

Snorre Sollid

snorre.sollid@unn.no
Nevrokirurgisk avdeling
Universitetssykehuset Nord Norge
9038 Tromsø

Terje Sundstrøm

Nevrokirurgisk avdeling
Haukeland Universitetssykehus

Carsten Kock-Jensen

Regionshospitalet Hammel Neurocenter
Hammel

Niels Juul

Anæstesiavdelingen
Århus Universitetshospital
Århus

Vagn Eskesen

Neurokirurgisk avdeling
Rigshospitalet
København

Bo-Michael Bellander

Neurokirurgiska kliniken
Karolinska Universitetssjukhuset Solna
Stockholm

Knut Wester

Nevrokirurgisk seksjon
Institutt for kirurgiske fag
Universitetet i Bergen
og
Nevrokirurgisk avdeling
Haukeland Universitetssykehus

Bertil Romner

Neurokirurgisk avdeling
Rigshospitalet
København

I Norden er mortaliteten etter hodeskade 12,6 per 100 000 innbyggere. 450–500 personer dør hvert år i Norge av hodeskade (1). I tillegg overlever mange etter en ulykke med livslang funksjonsnedsettelse som følge av en skadet hjerne. I løpet av de siste 15 årene har antall traumedødsfall sunket (2). Dette skyldes først og fremst forebygging av ulykker. Det er grunn til å tro at dødeligheten kan reduseres ytterligere ved å systematisere traumebehandlingen både logistisk og medisinsk (3).

I løpet av de siste ti årene har en rekke kunnskapsbaserte retningslinjer blitt presentert innen neurotraumatologi (4–9). I Norden er kliniske retningslinjer for behandling av pasienter med minimale, lette og moderate hodeskader best kjent (10). Disse er nå implementert ved mange sykehus i Skandinavia (11). Retningslinjene er utarbeidet av Scandinavian Neurotrauma Committee, en arbeidsgruppe under Nordisk Nevrokirurgisk Forening. Gruppen har nå i nært samarbeid med Brain Trauma Foundation i USA

arbeidet for å utvikle nordiske retningslinjer for prehospitaal håndtering av alvorlige hodeskader (Glasgow Coma Scale-skår 3–8). Denne artikkelen er en sammenfatning og tilpassing av disse retningslinjene for nordiske forhold. Scandinavian Neurotrauma Committee anbefaler implementering av denne kunnskapen i de nasjonale og regionale traumesystemene (12) (fig 1).

Utvikling av retningslinjer

Brain Trauma Foundation utførte et systematisk litteratursøk basert på spesifiserte søkekriterier.

Eksterne og uavhengige epidemiologer fra Oregon Evidence-based Practice Center klassifiserte litteraturen etter internasjonalt anerkjente metoder (13).

Utkastet til retningslinjer ble gjennomgått og revidert av uavhengige ekspertgrupper, inklusive Scandinavian Neurotrauma Committee. Komiteen har lisens fra Brain Trauma Foundation til å sammenfatte og tilpasse retningslinjene for nordiske forhold. En detaljert beskrivelse av hvordan Brain Trauma Foundation utviklet sine retningslinjer finnes på deres hjemmeside.

Undersøkelser og monitorering

Oksygenering og blodtrykk

Anbefaling. Hypoksi ($\text{SaO}_2 < 90\%$) eller hypotensjon (systolisk blodtrykk < 90 mm Hg) målt prehospitaalt er to viktige prognostiske faktorer hos voksne med alvorlig hodeskade. Hypotensjon hos barn er definert som systolisk blodtrykk:

- < 60 mm Hg hos barn under 28 dager gamle
- < 70 mm Hg hos barn 1–12 måneder gamle
- $< (70 + (2 \times \text{alder}))$ mm Hg hos barn 1–10 år gamle
- < 90 mm Hg hos barn over ti år og voksne

Hovedbudskap

- Retningslinjer reduserer sykkelighet og dødelighet hos hodeskadepasienter
- Forebygging av hypoksemi og hypotensjon er viktig ved alvorlige hodeskader
- Pasientene bør stabiliseres og transporteres til den regionale nevrokirurgiske avdelingen raskest mulig

Alle forfatterne er medlemmer av
Scandinavian Neurotrauma Committee

Artikkelen publiseres også i *Läkartidningen*
nr. 24–25/2008 og i *Ugeskriftet* nr. 25/2008.

Prehospitalt skal oksygenering måles ved pulsoksymetri. Både systolisk og diastolisk blodtrykk skal måles. Hos barn benyttes mansjett tilpasset barnets størrelse. Oksygenering og blodtrykk skal måles så ofte som mulig, helst kontinuerlig, og minst hvert femte minutt.

Bakgrunn. Man har i flere studier vist at selv korte episoder med hypotensjon eller hypoksemi etter alvorlige hodeskader signifikant øker morbiditet og mortalitet. Ved samtidig hypotensjon og hypoksi forverres prognosen ytterligere (14). I en klasse 2-studie indikeres det at blodtrykksøkning hos hypotensive hodeskadepasienter bedrer utfallet proporsjonalt med blodtrykksøkningen (15). Man har ikke i noen studier vist den samme effekt ved å korrigere hypoksemi, men man må anta at effekten er tilsvarende. Det foreligger få studier som belyser den prognostiske effekten av hypoksemi og hypotensjon hos barn. I en retrospektiv studie av traumatiserte barn var hypotensjon (systolisk blodtrykk < 5-prosentilen i over fem minutter) forbundet med dårlig utfall (16).

Bevissthetsnivå

Anbefaling. Glasgow Coma Scale (GCS)-skår skal angis etter en klinisk undersøkelse (tab 1). Dette gjøres ved bruk av tiltale, og hos pasienter som ikke etterkommer oppfordringer, ved å smertestimulere (supra-orbitalt eller mastoidalt).

Bevissthetsnivået skåres først etter initial stabilisering av luftveier, oksygenering og sirkulasjon, men før det gis sederende eller muskelrelaxerende midler. Hos barn benyttes voksen GCS-skår fra ca. to års alder. For mindre barn benyttes pediatrik GCS-skår (PGCS). Undersøkelsen skal gjentas så ofte som mulig i starten, helst hvert 5.–10. minutt.

Bakgrunn. Lav prehospital GCS-skår er en sterk indikator på alvorligheten ved en hodeskade.

Siden Teasdale & Jennett introduserte GCS-instrumentet i 1974, har GCS-bestemmelse blitt den mest anvendte metoden for angivelse av bevissthetsnivå ved hodeskader (17). Testkvaliteten er vurdert prehospitalt ved sammenlikning mellom ulike personer og profesjoner. Reliabiliteten er moderat (18). Det er vist at GCS-skår målt prehospitalt er en sterk indikator for utfall (19). Spesielt gir et fall i GCS-skår dårlig prognose og indikerer at pasienten har et intrakranielt hematoma som trenger rask operativ behandling (20).

Det opprinnelige GCS-systemet er ikke anvendelig for små barn. For denne gruppen anbefales det å benytte PGCS-skalaen (21).

Pupiller

Anbefaling. Begge pupiller må undersøkes. Undersøkelsen består i vurdering av størrelse, symmetri og lysreaksjon. Pupillasymmetri er definert som > 1 mm forskjell i pupillstørrelse. En lysstiv pupill har < 1 mm reduksjon ved lysstimuli. For å øke den diagnostiske nytten av pupillundersøkelsen

skal man se etter tegn til orbitaskade og utføre undersøkelsen først etter initial stabilisering av luftveier, oksygenering og sirkulasjon. Undersøkelsen skal gjentas så ofte som mulig, helst hvert 5.–10. minutt.

Bakgrunn. Pupillundersøkelse er sentral i den neurologiske undersøkelsen av en pasient med hodeskade. Lysrefleks tester funksjonen av linse, netthinne, synsnerve, hjernestamme og den 3. hjernenerven (n. oculomotorius). Indirekte lysreaksjon tester motsatt sides n. oculomotorius. Opphørt lysreaksjon eller asymmetri kan indikere hernieringssyndrom eller påvirkning av hjernestammen.

Pupillasymmetri < 1 mm er normalt og har ingen patologisk betydning. Hos hodeskadepasienter fant man asymmetri hos pasienter kun ved intrakranielt trykk > 20 mm Hg (22). Det er en sterk prognostisk sammenheng mellom dilaterte og lysstive pupiller og mortalitet ved hodeskade (23). Det er derimot en svært uspesifikk indikator på den anatomiske lokalisasjonen av skaden (24).

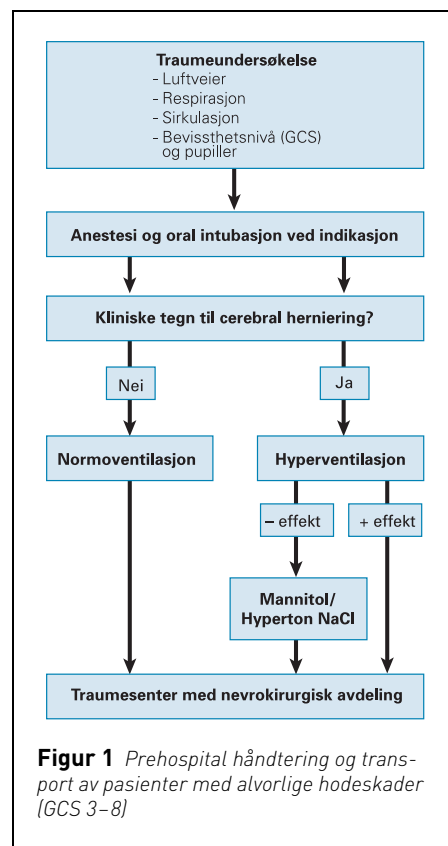
Metabolske, respiratoriske og sirkulatoriske forstyrrelser kan medføre pupilldilatasjon. Etter et epileptisk anfall kan man også se dilaterte lysstive pupiller. Visse medikamenter og rusmidler kan også gi pupillforandringer. Det er derfor nødvendig å gjenopplive og stabilisere pasienten før man vurderer pupillene (25).

Behandling

Luftveier, ventilasjon og oksygenering

Anbefaling. Hypoksemi ($\text{SaO}_2 < 90\%$) skal unngås og korrigeres umiddelbart dersom det oppstår. Alle pasienter med en alvorlig hodeskade skal gis oksygen. Kunstig luftvei bør etableres ved GCS-skår 3–8 og ufriske luftveier, når hypoksemi ikke lar seg korrigere ved å gi oksygen eller ved lang prehospital transport. Etter intubasjon skal tubeplassing kontrolleres med auskultasjon og monitorering av endtidalt CO_2 (ETCO_2). Prehospital endotrakealintubasjon bør kun utføres av personell som regelmessig gjennomfører prosedyren. Hyperventilering ($\text{ETCO}_2 < 4,5$ kPa) skal unngås så lenge pasienten ikke viser kliniske tegn til herniering (fall i GCS-skår og utvikling av pupillendringer).

Bakgrunn. Anbefalingene er basert på klasse 3-evidens. For pasienter med alvorlig hodeskade er frie luftveier og normal oksygenering avgjørende for å oppnå et godt resultat. Chesnut og medarbeideres studie fra Traumatic Coma Databank viste at pasienter med hypoksi ($\text{PaO}_2 < 60$ mm Hg) hadde økt dødelighet, som steg ved samtidig hypotensjon (systolisk blodtrykk < 90 mm Hg) (14). Hypoksemi kan korrigeres ved å gi pasienten oksygen enten via oksygenmaske til dem med egenrespirasjon eller via tube, larynxmaske e.l. når kunstig luftvei er etablert. I studier der forskjellige faggrupper har foretatt avansert luftveishåndtering, har man dessverre hatt motsatte konklusjoner (26, 27). Ved de alvorlige skadene (GCS-skår 3–8) er det vist at pasienter intubert prehos-



Figur 1 Prehospital håndtering og transport av pasienter med alvorlige hodeskader (GCS 3–8)

pitalt hadde en bedre prognose enn dem som ikke ble intubert (28). I løpet av de siste årene har man i flere studier vist at umonitort prehospital intubasjon utført av personell med lite erfaring gir større dødelighet enn ingen intubasjon gjør (26). Feilintubasjon, langvarig prosedyre og derav følgende desaturasjon er sannsynligvis forklaringen på dette. I andre undersøkelser med enten anestesileger (27) eller «paramedics» med intensivt trening (29) er det vist at prehospital intubasjon med bruk av muskelrelaksantia er en sikker prosedyre.

Verifisering av tubeplassing er av stor betydning ved prehospital intubasjon. Ved bruk av kapnografi kan sikkerheten for korrekt tubeplassing økes til 100% (30).

I forbindelse med intubasjon bør blodtrykk, oksygenering og kontinuerlig ETCO_2 monitoreres. Både hypotensjon og hypoksemi er assosiert med dårlig utfall etter hodeskade (14). Hyperventilering er vanlig ved manuell ventilering og medfører hypoperfusjon av hjernen, noe som forverrer prognosen (26). Det anbefales derfor å monitorere ventilasjonen med ETCO_2 .

For barn finnes få studier om sikring av luftveier og ventilasjon. En prehospital klasse 2-studie viste at det ikke var forskjell i utfall for barn som ble intubert og dem som ble maskeventilert (31). Dersom intubasjon ikke er mulig, anbefales maskeassistert ventilasjon.

Væskeresuscitering

Anbefaling. Administrering av intravenøs væske er anbefalt til alle pasienter med alvorlig hodeskade for å forebygge hypotensjon og

for å begrense en eventuell hypotensiv periode. Ved hypotensjon anbefales hyperton natriumklorid (NaCl) med eller uten dekstran.

Bakgrunn. Anbefalingene er basert på klasse 2- og 3-evidens. For barn foreligger det ikke relevante prehospitalt studier.

Hypotensjon er en svært sterk negativ prognostisk faktor hos pasienter med alvorlig hodeskade (14). Det er derfor sentralt i behandlingen å normalisere sirkulasjonen raskest mulig og helst forebygge hypotensjon. Isotone krystalloider er den mest anvendte væsketype ved prehospital resuscitering. Det foreligger få data som støtter bruken av isotone væsker. Noen få studier har sammenliknet bruk av hyperton NaCl med isotone løsninger (15, 32–35). Resultatene gir ikke entydige svar på om bruk av hyperton resuscitering bedrer prognosen. Det er ikke påvist sikre negative effekter ved bruk av hypertone løsninger (36). I en studie fant man at hos pasienter med alvorlig hodeskade var overlevelsen signifikant høyere i gruppen som mottok hyperton NaCl/dekstran enn hos dem som mottok isoton resuscitering (33). I en nyere randomisert, dobbeltblind studie fra 2004 fant man ingen forskjell i overlevelsen mellom to grupper hodeskadepasienter, der den ene gruppen fikk 7% NaCl og den andre fikk Ringer-acetat (32).

I en metaanalyse har man analysert studier av pasienter med hodeskader der hyperton NaCl hadde vært brukt for resuscitering (35). Overlevelsen var signifikant bedre for pasientene som fikk hyperton NaCl sammenliknet med dem som fikk isoton væske.

Cerebral herniering

Anbefaling. Ved kliniske tegn til cerebral herniering er intubasjon og moderat hyperventilering (ETCO₂ < 4,5 KPa) første behandlingsvalg. Hyperventileringen kan fortsette så lenge pasienten viser hernieringstegn. Osmoterapi i form av mannitol (0,5–1,0 g/kg) eller hyperton NaCl (1–2 mmol/kg) bør bare benyttes ved optimal monitorering av sirkulasjon og av personell med kompetanse i avansert hjerte- og lungeredning.

Bakgrunn. Anbefalingene er basert på klasse 3-evidens. For barn foreligger det ikke prehospitalt studier av dette. De prehospitalt anbefalingene for barn mht. hyperventilering, mannitol og hyperton NaCl bygger på studier fra sykehus.

Cerebral herniering er en akutt livstruende tilstand. Den kan enten oppstå ved at det foreligger intrakraniale hematomer med ensidig trykk mot hjernen eller i bakre skallegrop med sekundær hjernestammepåvirkning. Kliniske tegn på cerebral herniering er dilatert(e) og lysstiv(e) pupill(er), ekstensjonsmønster ved smertestimulering eller fall i bevissthetsnivå. Med fall i bevissthetsnivå menes et fall i GCS-skår på ≥ 2 poeng dersom initial GCS var < 9.

Hyperventilering. Hyperventilering senker forhøyet intrakranielt trykk effektivt ved å gi cerebral vasokonstriksjon og reduksjon i hjernens blodstrøm (37). Profylaktisk hyperventilering er skadelig og skal unngås (38). Hyperventilering skal derfor bare benyttes hos pasienter med kliniske tegn til cerebral herniering. Hyperventilering er definert klinisk som respirasjonsfrekvens > 20 per minutt hos voksen, > 25 per minutt hos barn og > 30 per minutt hos småbarn. Ved ETCO₂-monitorering er ETCO₂ < 4,5 kPa definert som hyperventilering.

Osmoterapi. Med osmoterapi menes intravenøs administrering av osmotisk aktive løsninger som senker det intrakraniale trykket. Tradisjonelt har mannitol vært mest brukt. Det finnes god dokumentasjon på at mannitol senker det intrakraniale trykket, men det finnes ingen klasse 1-evidens for mannitols effekt på prognosen (39). Mannitol administreres intravenøst i bolusdoser på 0,5–1 g/kg (tilsvarer 250–500 ml mannitol (150 mg/ml) ved kroppsvekt 70–80 kg). Hyperton NaCl i ulike konsentrasjoner har også vært brukt hos hodeskadepasienter. Det intrakraniale trykket reduseres like effektivt som ved mannitol (40). Det er ingen internasjonal konsensus angående NaCl-konsentrasjonen. Vi anbefaler bruk av 7% NaCl (2 mmol/kg) gitt i bolusdose.

Hvor skal pasienten transporteres og behandles?

Anbefaling. Alle regioner bør ha et organisert traumesystem. Systemet skal inneholde klare kommunikasjonslinjer, transportsystemer og fagmedisinsk kompetanse. Systemet må sikre at pasientene blir behandlet på riktig nivå alt etter omfanget av skaden. Pasienter med alvorlige hodeskader (GCS-skår 3–8) bør transporteres direkte til sykehus med døgnkontinuerlig mulighet for computertomografisk undersøkelse (CT) og umiddelbar tilgjengelighet på nevrokirurgisk ekspertise for hodeskadekirurgi, inklusiv måling og behandling av forhøyet intrakranielt trykk. Unntaket fra denne regelen er ustabile pasienter hvor man ikke regner med å kunne stabilisere tilstanden under transporten.

Hvor skal pasienten transporteres og behandles?

Anbefaling. Alle regioner bør ha et organisert traumesystem. Systemet skal inneholde klare kommunikasjonslinjer, transportsystemer og fagmedisinsk kompetanse. Systemet må sikre at pasientene blir behandlet på riktig nivå alt etter omfanget av skaden.

Pasienter med alvorlige hodeskader (GCS-skår 3–8) bør transporteres direkte til sykehus med døgnkontinuerlig mulighet for computertomografisk undersøkelse (CT) og umiddelbar tilgjengelighet på nevrokirurgisk ekspertise for hodeskadekirurgi, inklusiv måling og behandling av forhøyet intrakranielt trykk. Unntaket fra denne regelen er ustabile pasienter hvor man ikke regner med å kunne stabilisere tilstanden under transporten.

Bakgrunn. Anbefalingene er basert på klasse 3-evidens. Dødeligheten etter alle typer skader reduseres ved implementering av regionale systemer for håndtering av traumepasienter (41, 42).

Informasjonen som mottas av akuttmedisinsk kommunikasjonsentral (AMK) skal danne grunnlag for vurdering av skadeomfanget. Dette skal så utløse bruk av ressurser som er tilfredsstillende for monitorering, behandling og transport av pasienten til riktig behandlingsnivå. Evakueringskjeden fra skadested involverer ambulanspersonell, ofte luftambulans, og lokalsykehus før pasienten når sitt endelige behandlingssted. Dette kan oppnås selv i regioner med lange avstander til nevrokirurgisk avdeling (43).

På grunn av store geografiske forskjeller i de nordiske landene, er det ikke mulig å lage ensartede retningslinjer for valg av transportmåte og om pasientene skal transporteres via nærmeste lokal-/sentralsykehus. De enkelte regionene må derfor ut fra sin infrastruktur lage spesifiserte retningslinjer for transportavgjørelser.

Mortaliteten ved hodeskader reduseres dersom pasientene transporteres direkte til et spesialisert traumesykehus (level I trauma center) (44). I større deler av Norden er de geografiske avstandene til de aktuelle nevrokirurgiske avdelingene så store at det kan være vanskelig å oppnå optimal monitorering

Tabell 1 Glasgow Coma Scale (GCS) og Pediatric Glasgow Coma Scale (PGCS). Beste respons hos pasienten registreres for hver av parametrene. Totalskåren angis som GCS 3–15, og hver av delskårene (øyeåpning, verbal respons og motorisk respons) bør også angis

GCS	PGCS
<i>Øyeåpning</i>	<i>Øyeåpning</i>
• Spontant	• Spontant
• Ved tiltale	• Ved tiltale
• Ved smertestimulering	• Ved smertestimulering
• Ingen	• Ingen
<i>Verbal respons</i>	<i>Verbal respons</i>
• Orientert	• Babler
• Forvirret	• Irritabel gråt
• Usammenhengende	• Skriker ved smertestimulering
• Uforståelig	• Ynker ved smertestimulering
• Ingen	• Ingen
<i>Motorisk respons</i>	<i>Motorisk respons</i>
• På oppfordring	• Normale spontane bevegelser
• Lokaliserer smerte	• Avverger ved berøring
• Avverger	• Avverger smertestimulering
• Patologisk fleksjon	• Patologisk fleksjon
• Patologisk ekstensjon	• Patologisk ekstensjon
• Ingen	• Ingen

og behandling ved å følge dette prinsippet, til tross for at vi har avanserte ambulansetilbud (45). I de tilfellene hvor pasienter med alvorlige hodeskader likevel først kommer til lokal- eller sentralsykehus, må tiden før videre transport til nevrokirurgisk avdeling utnyttes på best mulig måte. Pasientene må undersøkes, monitoreres, og livstruende ekstrakranielle skader må behandles etter anerkjente retningslinjer og uten unødig tidstap. Hodeskadekirurgi bør derimot ikke utføres ved lokal- eller sentralsykehus uten nevrokirurgisk ekspertise, da dette er vist å gi dårligere resultater (46, 47). Dersom CT-skanning kan utføres uten unødig forsinkelser, er dette å foretrekke, spesielt hvis det foreligger muligheter for digital overføring av bildene til mottakende nevrokirurgiske avdeling (43).

Diskusjon

De foreliggende retningslinjene for prehospital håndtering av pasienter med alvorlige hodeskader (GCS-skår 3–8) er en bearbeiding av amerikanske kliniske retningslinjer til skandinaviske forhold. Siden det allerede foreligger flere slike retningslinjer utarbeidet av andre organisasjoner (6–9), valgte vi å benytte disse som utgangspunkt fremfor å utvikle helt nye retningslinjer fra bunnen av. En slik lokal tilpasning er helt nødvendig, fordi forhold som geografi, befolkningstetthet, infrastruktur og helsevesen er svært annerledes i opprinnelseslandet (USA) i forhold til de nordiske land.

Under arbeidet med retningslinjene er vi blitt slått av hvor svak den vitenskapelige basis er for enkelte av de tiltak som foreslås. Et annet problem er at det ofte ikke foreligger studier som dokumenterer den prehospital effekten av tiltak som har vist seg effektive innenfor sykehusets vegger. Tilsvarende foreligger det svært få relevante studier som måler effekten av forskjellige tiltak ved alvorlige hodeskader hos barn.

Den beste måten å redusere morbiditet og mortalitet ved hodeskader er utvilsomt å forebygge skaden. Tiltakene vi foreslår her har alle som mål å hindre eller forsinke utviklingen av sekundære hjerneskader.

Det overordnede målet for den prehospital håndteringen av pasienter med alvorlige hodeskader er så raskt som mulig å kunne bringe en sirkulatorisk og respiratorisk stabil pasient til den regionale nevrokirurgiske avdeling, der den definitive behandling bør skje.

Oppgitte interessekonflikter: Ingen

Litteratur

- Sundstrom T, Sollid S, Wentzel-Larsen T et al. Head injury mortality in the Nordic countries. *J Neurotrauma* 2007; 24: 147–53.
- Patel HC, Bouamra O, Woodford M et al. Trends in head injury outcome from 1989 to 2003 and the effect of neurosurgical care: an observational study. *Lancet* 2005; 366: 1538–44.
- Palmer S, Bader MK, Qureshi A et al. The impact on outcomes in a community hospital setting of using the AANS traumatic brain injury guidelines. *American Association of Neurologic Surgeons. J Trauma* 2001; 50: 657–64.
- Maas AI, Dearden M, Teasdale GM et al. EBIC-guidelines for management of severe head injury in adults. *European Brain Injury Consortium. Acta Neurochir (Wien)* 1997; 139: 286–94.
- National Collaborating Centre for Acute Care. Head injury: triage, assessment, investigation and early management of head injury in infants, children and adults. www.nice.org.uk (27.9.2007).
- Brain Trauma Foundation. Guidelines for prehospital management of traumatic brain injury. www.braintrauma.org (27.9.2007).
- Brain Trauma Foundation. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. 3. utg. www.braintrauma.org (27.9.2007).
- Brain Trauma Foundation. Guidelines for the surgical management of traumatic brain injury. www.braintrauma.org (27.9.2007).
- Brain Trauma Foundation. Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents. www.braintrauma.org (27.9.2007).
- Ingebrigtsen T, Romner B, Kock-Jensen C. Scandinavian guidelines for initial management of minimal, mild, and moderate head injuries. The Scandinavian Neurotrauma Committee. *J Trauma* 2000; 48: 760–6.
- Muller K, Waterloo K, Romner B et al. Mild head injuries: impact of a national strategy for implementation of management guidelines. *J Trauma* 2003; 55: 1029–34.
- Stein SC, Spettell C. The Head Injury Severity Scale (HISS): a practical classification of closed-head injury. *Brain Inj* 1995; 9: 437–44.
- Harris RP, Helfand M, Woolf SH et al. Current methods of the US Preventive Services Task Force: a review of the process. *Am J Prev Med* 2001; 20: 21–35.
- Chesnut RM, Marshall LF, Klauber MR et al. The role of secondary brain injury in determining outcome from severe head injury. *J Trauma* 1993; 34: 216–22.
- Vassar MJ, Perry CA, Holcroft JW. Prehospital resuscitation of hypotensive trauma patients with 7.5% NaCl versus 7.5% NaCl with added dextran: a controlled trial. *J Trauma* 1993; 34: 622–32.
- Kokoska ER, Smith GS, Pittman T et al. Early hypotension worsens neurological outcome in pediatric patients with moderately severe head trauma. *J Pediatr Surg* 1998; 33: 333–8.
- Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet* 1974; 2: 81–4.
- Menegazzi JJ, Davis EA, Sucov AN et al. Reliability of the Glasgow Coma Scale when used by emergency physicians and paramedics. *J Trauma* 1993; 34: 46–8.
- Baxt WG, Moody P. The impact of advanced pre-hospital emergency care on the mortality of severely brain-injured patients. *J Trauma* 1987; 27: 365–9.
- Servadei F, Nasi MT, Cremonini AM et al. Importance of a reliable admission Glasgow Coma Scale score for determining the need for evacuation of posttraumatic subdural hematomas: a prospective study of 65 patients. *J Trauma* 1998; 44: 868–73.
- American Academy of Pediatrics, American College of Emergency Physicians. APLS: The Pediatric Emergency Medicine Resource. 4. utg. Sudbury: Jones & Bartlett, 2007.
- Taylor WR, Chen JW, Meltzer H et al. Quantitative pupillometry, a new technology: normative data and preliminary observations in patients with acute head injury. Technical note. *J Neurosurg* 2003; 98: 205–13.
- Chesnut RM, Gauthier T, Blunt BA et al. The localizing value of asymmetry in pupillary size in severe head injury: relation to lesion type and location. *Neurosurgery* 1994; 34: 840–5.
- Jiang JY, Gao GY, Li WP et al. Early indicators of prognosis in 846 cases of severe traumatic brain injury. *J Neurotrauma* 2002; 19: 869–74.
- Meyer S, Gibb T, Jurkovich GJ. Evaluation and significance of the pupillary light reflex in trauma patients. *Ann Emerg Med* 1993; 22: 1052–7.
- Davis DP, Hoyt DB, Ochs M et al. The effect of paramedic rapid sequence intubation on outcome in patients with severe traumatic brain injury. *J Trauma* 2003; 54: 444–53.
- Helm M, Hossfeld B, Schafer S et al. Factors influencing emergency intubation in the pre-hospital setting – a multicentre study in the German Helicopter Emergency Medical Service. *Br J Anaesth* 2006; 96: 67–71.
- Winchell RJ, Hoyt DB. Endotracheal intubation in the field improves survival in patients with severe head injury. *Trauma Research and Education Foundation of San Diego. Arch Surg* 1997; 132: 592–7.
- Bulger EM, Copass MK, Sabath DR et al. The use of neuromuscular blocking agents to facilitate prehospital intubation does not impair outcome after traumatic brain injury. *J Trauma* 2005; 58: 718–23.
- Grmec S, Mally S. Prehospital determination of tracheal tube placement in severe head injury. *Emerg Med J* 2004; 21: 518–20.
- Gausche M, Lewis RJ, Stratton SJ et al. Effect of out-of-hospital pediatric endotracheal intubation on survival and neurological outcome: a controlled clinical trial. *JAMA* 2000; 283: 783–90.
- Cooper DJ, Myles PS, McDermott FT et al. Prehospital hypertonic saline resuscitation of patients with hypotension and severe traumatic brain injury: a randomized controlled trial. *JAMA* 2004; 291: 1350–7.
- Vassar MJ, Perry CA, Gannaway WL et al. 7.5% sodium chloride/dextran for resuscitation of trauma patients undergoing helicopter transport. *Arch Surg* 1991; 126: 1065–72.
- Vassar MJ, Fischer RP, O'Brien PE et al. A multicenter trial for resuscitation of injured patients with 7.5% sodium chloride. The effect of added dextran 70. The Multicenter Group for the Study of Hypertonic Saline in Trauma Patients. *Arch Surg* 1993; 128: 1003–11.
- Wade CE, Grady JJ, Kramer GC et al. Individual patient cohort analysis of the efficacy of hypertonic saline/dextran in patients with traumatic brain injury and hypotension. *J Trauma* 1997; 42: S61–S65.
- Vassar MJ, Perry CA, Holcroft JW. Analysis of potential risks associated with 7.5% sodium chloride resuscitation of traumatic shock. *Arch Surg* 1990; 125: 1309–15.
- Lunberg N, Kjallquist A, Bien C. Reduction of increased intracranial pressure by hyperventilation. A therapeutic aid in neurological surgery. *Acta Psychiatr Scand Suppl* 1959; 34: 1–64.
- Muizelaar JP, Marmarou A, Ward JD et al. Adverse effects of prolonged hyperventilation in patients with severe head injury: a randomized clinical trial. *J Neurosurg* 1991; 75: 731–9.
- Smith HP, Kelly DL jr., McWhorter JM et al. Comparison of mannitol regimens in patients with severe head injury undergoing intracranial monitoring. *J Neurosurg* 1986; 65: 820–4.
- De Vivo P, Del Gaudio A, Ciritella P et al. Hypertonic saline solution: a safe alternative to mannitol 18% in neurosurgery. *Minerva Anestesiol* 2001; 67: 603–11.
- Guss DA, Meyer FT, Neuman TS et al. The impact of a regionalized trauma system on trauma care in San Diego County. *Ann Emerg Med* 1989; 18: 1141–5.
- Hunt J, Hill D, Besser M et al. Outcome of patients with neurotrauma: the effect of a regionalized trauma system. *Aust N Z J Surg* 1995; 65: 83–6.
- Sollid S, Munch-Ellingsen J, Gilbert M et al. Pre- and inter-hospital transport of severely head-injured patients in rural Northern Norway. *J Neurotrauma* 2003; 20: 309–14.
- Hartl R, Gerber LM, Iacono L et al. Direct transport within an organized state trauma system reduces mortality in patients with severe traumatic brain injury. *J Trauma* 2006; 60: 1250–6.
- Langhelle A, Lossius HM, Sildfsvast T et al. International EMS Systems: the Nordic countries. *Resuscitation* 2004; 61: 9–21.
- Wester K. Decompressive surgery for «pure» epidural hematomas: does neurosurgical expertise improve the outcome? *Neurosurgery* 1999; 44: 495–500.
- Wester T, Fevang LT, Wester K. Decompressive surgery in acute head injuries: where should it be performed? *J Trauma* 1999; 46: 914–9.

Manuskriptet ble mottatt 12.10. 2007 og godkjent 23.5. 2008. Medisinsk redaktør Erlend Hem.