

Gäller för: Verksamhet Anestesi-Operation-Intensivvård Sahlgrenska

Giltig från: 2024-05-30

Innehållsansvar: Tobias Ullerstam, (tobul1), Överläkare

Giltig till: 2026-10-28

Granskad av: Tobias Ullerstam, (tobul1), Överläkare

Godkänd av: Peter Dahm, (petda5), Verksamhetschef

Revideringar i denna version

Barn kan ej längre tas direkt till SU för åtgärd. Alla barntrauma skall primärt till DS-BS.

Arbetsbeskrivning

Bakgrund:

Omhändertagandet sker enligt ATLS-konceptet, och syftar till att identifiera och behandla skador efter trauma, och minimera sekundära hjärnskador. Av central betydelse är att undvika hypotension och hypoxi^{3,4}.

Första avsnittet i pm:et; ”Behandlingstrappa svår TBI hos barn” ger en översiktlig behandlingsrekommendation efter ökande klinisk allvarlighetsgrad. Sidorna 3-5 specificerar utförligt omhändertagande enligt ABCDE. Avslutningen på sidorna 6-7 ger råd avseende allmänt omhändertagande.

I pm:et hänvisas till ”barntrauma-korten”; dessa finns på barnbordet på akutmottagningen, på barnbordet på Op 5, 1 och 8.

Förberedelser vid larm:

- Kontakta bakjour och/eller barnvan kollega, överväg kontakt med DS BUS

- Rekvirera om möjligt extra narkosköterska

- Räkna ut WET FLAG, förbered infusionspump, sprutstorlekar och läkemedel i rätt doser (Alfresco » (vregion.se)).

- Förbered transportrespirator och ställ in önskad ventilation.

Transportrespirator (Hamilton) har slangar som passar för barn > 5 kg.

- Förbered AKM och eventuellt operationssal med värmetäcke alternativt varma filter och blodvärmare.

- Informera CIVA/ NIVA.

Behandlingstrappa svår TBI hos barn:

Basalvård:

Patientläge: Neutral huvudposition, 10-30° höjd huvudända

Respiration: pO₂ 12-16 kPa, pCO₂ 4,5-6,0 kPa

Cirkulation: Normovolemi

SBP: 1-5 år: 90-100 mmHg CPP: 0-5 år > 40-50 mmHg
> 5 år: 100-110 mmHg >5 år > 50-60 mmHg
>12 år: 110 mmHg

Sedation: TIVA (undvik inhalationsanestesi pga cerebral vasodilatation)

Lab: Na 136-145, b-glc 4-10

Hb: > 80g/l (> 90 g/l om pågående blödning)

Temp: < 38° c

Neurokirurg: Indikation för intrakraniell monitorering?
Indikation för utrymning?

Högt ICP:

Optimera basalvård +

- Ökad ventilation - pCO₂ 4,5-5 kPa

- Hyperosmolär terapi (förankras hos neurokirurg)

1. NaCl 3% 3-5 ml/kg, under 20-30 min, max 250 ml

40 ml Na Addex 4 mmol/ml blandas i 500 ml NaCl 9 mg/ml

2. Mannitol 5 ml/kg (CAVE hypovolemi)

- Fördjupad sedation + muskelrelaxation:

1:a hand tillägg midazolam, bolus 0,05-0,1 mg/kg + inf 0,05-0,2 mg/kg/h

Pentothal 2-5 mg/kg vid refraktär ICP-stegring

Neurokirurg: Ny CT?

Indikation för ventrikeldränage / utrymning?

Överväg likvortappning

Hotande inklämning:

Kliniska tecken: pupilldilatation, brady/tachykardi, hypertension, sträckkramper

Optimera basalvård + optimera högt ICP-vård +

- Hyperventilation pCO₂ 3,5-4,5, FiO₂ 100%

- Upprepa hyperosmolär terapi

Neurokirurg: Ny CT?

Ökad dränering / kontinuerligt dränage?

Utrymning / kraniektomi?

A. Luftväg

Luftvägen säkras vid medvetslöshet ($RLS \geq 4$).

Kuffad tub används i första hand- för storlek se ”barotrauma-korten”.

Läkemedel för intubation:

Ketamin (om cirkulatoriskt instabil) 1-2 mg/kg

Propofol 2-4 mg/kg

Fentanyl 1-3 mcg/kg

Celocurin 1 mg/ kg (2 mg/kg om < 1 år)

Rocuron 1.2 mg/kg (=RSI-dos)

Atropin 0,01-0,02 mg/kg

Fenylefrin 1-10 mcg/kg

Calciumglukonat 0,5 ml/kg

End-tidal CO₂-mätning ska användas.

Halskrage rekommenderas EJ. Halsryggen stabiliseras manuellt eller med block/sandsäckar till dess att halsryggskada radiologiskt kan uteslutas. Ett agiterat barn ska inte tvingas till rörelsebegränsningar då detta kan förvärra en existerande halsryggskada.

V-sond ska alltid sättas efter intubation (storlek se barotrauma-korten).

B. Respiration

Normal saturation: pO₂ 12-16 kPa. Vid hotande inklämning ökas FiO₂ till 1,0.

Normoventilation: pCO₂ 4,5-6 kPa.

Hyperventilation: Vid höga ICP-värden eller hotande inklämning kan lägre pCO₂ värden (som lägst 3,5 kPa) accepteras tillfälligt. Observera att pCO₂ < 4 kPa endast är aktuellt vid herniering och utvalda fall av refraktär ICP stegring. Hyperventilation utanför dessa indikationer är associerat med cerebral ischemi och ökad mortalitet⁵.

PEEP 5-8 cm H₂O. Höga buk- och intrathorakala tryck påverkar det cerebrala venösa avflödet och ska undvikas. Frikostig muskelrelaxation.

Undvik handventilation. Transportrespirator används vid intrahospital transport. Initiala respiratorinställningar: VKTS; Tidalvolym 6-7 ml/kg, PEEP 5, andningsfrekvens till normalt ET CO₂.

C. Cirkulation

# Systoliskt blodtrycksmål:	<1 år: 80-90 mmHg
(innan ICP mätning etablerats)	1-5 år > 90-100 mmHg
	6-11 år: 100-110 mmHg
	>12 år: > 110 mmHg

Innan ICP-mätare etablerats (och CPP kan beräknas) ska blodtrycket upprätthållas som surrogatparameter för cerebral perfusion. SBP < 75:e percentilen hos barn med TBI har associerats till ökad mortalitet och försämrade neurologiska outcome, och hypotension ska undvikas 3,6.

# CPP-mål:	0-5 år: CPP 40- 50 mmHg
(när ICP mätare etablerats)	>5 år: CPP 50-60 mmHg

Blodtryckshöjande läkemedel:

Uteslut först hypovolemi.

Fenylefrin – bolus 1-5 ug/kg

Efedrin – bolus 0,1 mg/kg

Calciumgluconat - bolus (0,25-) 0,5 ml/kg.

Noradrenalin – infusion 20 mcg/ml. Förstahandspreparat då CVK etablerats.

Kärlaccess: 2 pvk, alt intraosseös infart. CVK läggs vid behov i lugnt skede och bör ej fördröja operationsstart.

Artärkateter bör sättas snarast möjligt, men får ej fördröja handläggningen på akutrummet. (< 6 mån gul pvk, 6 mån – 25 kg blå pvk, > 25 kg röd artärkateter).

D. Neurologi

ICP-värden > 20 mmHg > 5 min ska åtgärdas (enligt behandlingstrappan).

Grovmotorik, pupillstorlek, ljuskänslighet och vakenhetsgrad (RLS / pediatrik GCS) ska bedömas och dokumenteras innan patienten sövs.

Tecken på hotande eller manifest inklämning: hypertension, takykardi/bradykardi, oregelbunden andning, patologiska rörelsemönster (RLS 6-8).

Table 17-4: Pediatric Glasgow Coma Scale

		> 1 year	< 1 year		
Eyes Opening	4	Spontaneously	Spontaneously		
	3	To verbal command	To shout		
	2	To pain	To pain		
	1	No response	No response		
		> 1 year	< 1 year		
Best Motor Response	6	Obeys			
	5	Localizes pain	Localizes pain		
	4	Flexion—withdrawal	Flexion—normal		
	3	Flexion—abnormal (decorticate rigidity)	Flexion—abnormal (decorticate rigidity)		
	2	Extension (decerebrate rigidity)	Extension (decerebrate rigidity)		
	1	No response	No response		
		> 5 years	2–5 years	0–23 months	
Best Verbal Response	5	Oriented and converses	Appropriate words and phrases	Smiles, coos, cries appropriately	
	4	Disoriented and converses	Inappropriate words	Cries	
	3	Inappropriate words	Cries and/or screams	Inappropriate crying and/or screaming	
	2	Incomprehensible sounds	Grunts	Grunts	
	1	No response	No response	No response	

Adekvat smärt lindring och sedering är centralt för att undvika ICP stegringar. TIVA (ej TCI) används på AKM och vid transport med Propofol 5 - 10 (-15) mg/kg/h (låg dos om barnet var djupt medvetslöst innan intubation), alt Ketamin 1-2 mg/kg/h om barnet är cirkulatoriskt instabilt. Ketamin har snarast visats reducera ICP hos patienter med förhöjt ICP och anses säkert att använda i samband med TBI7. Överväg intermittent fentanyl 1-2 mcg/kg + muskelrelaxation.

Under operation används i första hand TIVA med propofol (TCI > 16 år) och TIVA remifentanyl (TCI > 12 år). Sevoflurane används med försiktighet (< 1 MAC) då dess vasodilaterande effekt kan ge ökat ICP. Bolus fentanyl (1-3 mcg/kg) kan användas som komplement till, eller istället för, remifentanyl.

Pentothal 2-5 mg/kg kan användas för att reducera den cerebrala metabolismen och därmed CBF och CBV vilket i sin tur reducerar ICP. OBS risk för blodtrycksfall!

Patienterna kan monitoreras med spektrogram-EEG (Sedline) under operation för optimering av sömndjup.

E. Exposure

komplett survey enl ATLS - viktigt att inte missa andra skador.

KAD (Storlek se barntrauma-korten)

temperatur: Undvik nasofaryngeal tempkateter om risk för skallbasfraktur.

Temp > 38 grader behandlas- överväg paracetamol, aktiv kylning.

Allmänt omhändertagande:

Muskelrelaxation

Både Rocuron i RSI-dos och Celocurin kan användas inför intubation vid högt intrakraniellt tryck; Rokuron har fördelen av längre effekt, Celokurin ger risk för bradykardi och bör därför föregås av Atropin.

Inför transport och på operation bör patienten relaxeras; TOF = 0 och PTC = 3-8 eftersträvas peroperativt (om Philips-monitorn är inställd på "barn" reduceras automatiskt strömstyrkan i TOF till 25 mA).

Vätskebehandling

Normovolemi samt diures 1-2 ml/kg/h eftersträvas. Plasmalyte rekommenderas i första hand pga det högre natriuminnehållet och det lägre kloridinhållet jämfört med Ringer-Acetat.

Kolloida förluster ersätts i första hand med Albumin 5% under förutsättning att Hb är adekvat. Vid akut volymsbehov kan bolus ges direkt med spruta, via trevägskran kopplad mot blodaggregat eller annan vätska, eller med volympump. Blodprodukter ska värmas.

Om pågående blödning bör Hb hållas ≥ 90 g/l, annars > 80 g/l. Blod och albumin 5% ges som bolus, 10 ml/kg, eller i kontinuerligt i pump. Blodprodukter ska värmas. Erytrocyter 10 ml/kg beräknas öka Hb med ca 25 g/l.

Hyperosmolär behandling

All hyperosmolär behandling måste förankras med ansvarig neurokirurg.

Hyperton NaCl 3-5 ml/kg (40 ml Addex Na 4 mmol/ml, blandat i 500 ml NaCl 9 mg/ml= 3%, ges på 20-30 min) är **förstahandsval** för barn med TBI, och höjer S-Na med ca 5 mmol/l. Infusionen kan upprepas 1g/h, till max 250 ml. S-Na > 160 mmol/l ska undvikas. Vid hotande herniering ges 5 ml/kg.

Det finns inga beskrivna fall av central demyelinisering när normonatremia patienter behandlas med hyperton NaCl för intrakraniell hypertension⁸. Hyperton NaCl är kontraindicerat vid hyponatremi, och S-Na får då ej stiga $> 8-10$ mmol/dygn.

Mannitol 20%, 2,5-5 ml/kg kan upprepas var 4:e timme under förutsättning att S-Osm beräknas. S-Osm bör hållas < 320 mOsm/l. Mannitoleffekten varar 1,5-6 timmar.

Koagulation

Vid transfusionskrävande blödning monitoreras koagulationen med TEG. Vid massiv blödning ges blod:plasma:trombocyter i förhållandet 4:4:1.

Tranexamsyra: Vid blödning $>10\%$ av uppskattad blodvolym ges 15-30 mg/kg.

Fibrinogen: ges på liberala grunder, och om påverkad TEG. Fibrinogen 40 mg/kg höjer Fibtem ca 3-4 mm.

Trombocyter: doseras 5-10 ml/kg

Glukos

Målvärde 4-10 mmol/l. Både hypoglykemi och hyperglykemi ska undvikas. Insulin doseras initialt 0,05-0,1 E/kg- kontakt tas med barnmedicin om behov av upprepade doser.

Kirurgiska åtgärder

Behov av ICP-mätare, dränering av likvor, ställningstagande till ny CT-undersökning, utrymning av hematom och indikation för kraniektomi värderas av neurokirurg vid tecken till försämring.

Ansvar

Verksamhetschefen har det övergripande ansvaret för utförandet av rutinen samt för att rutinen är känd och följs.

Vårdenhetsöverläkare på Operation 5 samt Trauma-VÖL har ansvaret för utförandet av rutinen samt för att rutinen är känd och följs på respektive enhet.

Uppföljning, utvärdering och revision

Vårdenhetsöverläkare Operation 5 och Trauma-VÖL har ansvar för uppföljning/ revision av innehållet i rutinen. Rutinen är att betrakta som en rekommendation och ett hjälpmedel i omhändertagandet av barn med TBI, och eventuella avsteg från rutinen avgörs av den kliniska situationen. Handläggningen dokumenteras enligt rutin i patientens journal.

Kunskapsöversikt

Referenser:

1. Kochanek PM, Tasker RC, Bell MJ, Adelson PD, Carney N, Vavilala MS, Selden NR, Bratton SL, Grant GA, Kissoon N, Reuter-Rice KE, Wainwright MS. Management of Pediatric Severe Traumatic Brain Injury: 2019 Consensus and Guidelines-Based Algorithm for First and Second Tier Therapies. *Pediatr Crit Care Med* 2019; 20: 269-79.
2. Kochanek PM, Tasker RC, Carney N, Totten AM, Adelson PD, Selden NR, Davis-O'Reilly C, Hart EL, Bell MJ, Bratton SL, Grant GA, Kissoon N, Reuter-Rice KE, Vavilala MS, Wainwright MS. Guidelines for the Management of Pediatric Severe Traumatic Brain Injury, Third Edition: Update of the Brain Trauma Foundation Guidelines. *Pediatr Crit Care Med* 2019; 20: S1-S82.
3. Vavilala MS, Bowen A, Lam AM, Uffman JC, Powell J, Winn HR, Rivara FP. Blood pressure and outcome after severe pediatric traumatic brain injury. *J Trauma* 2003; 55: 1039-44.
4. McHugh GS, Engel DC, Butcher I, Steyerberg EW, Lu J, Mushkudiani N, Hernandez AV, Marmarou A, Maas AI, Murray GD. Prognostic value of secondary insults in traumatic brain injury: results from the IMPACT study. *J Neurotrauma* 2007; 24: 287-93.

5. Vavilala MS, Kernic MA, Wang J, Kannan N, Mink RB, Wainwright MS, Groner JI, Bell MJ, Giza CC, Zatzick DF, Ellenbogen RG, Boyle LN, Mitchell PH, Rivara FP, Pediatric Guideline A, Outcomes S. Acute care clinical indicators associated with discharge outcomes in children with severe traumatic brain injury. *Crit Care Med* 2014; 42: 2258-66.
6. Suttipongkaset P, Chaikittisilpa N, Vavilala MS, Lele AV, Watanitanon A, Chandee T, Krishnamoorthy V. Blood Pressure Thresholds and Mortality in Pediatric Traumatic Brain Injury. *Pediatrics* 2018; 142.
7. Zeiler FA, Teitelbaum J, West M, Gillman LM. The ketamine effect on intracranial pressure in nontraumatic neurological illness. *J Crit Care* 2014; 29: 1096-106.
8. Gu J, Huang H, Huang Y, Sun H, Xu H. Hypertonic saline or mannitol for treating elevated intracranial pressure in traumatic brain injury: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Neurosurg Rev* 2019; 42: 499-509.
9. Tasker RC, Acerini CL. Cerebral edema in children with diabetic ketoacidosis: vasogenic rather than cellular? *Pediatr Diabetes* 2014; 15: 261-70.

Granskare/arbetsgrupp

Martin Thorsson, Överläkare Anestesi-Operation- Intensivvård, område 5, Sahlgrenska Universitetssjukhuset

Tobias Ullerstam, Specialist Anestesi-Operation-Intensivvård, område 5, Sahlgrenska Universitetssjukhuset

Carl Hallgren, Överläkare Anestesi-Operation-Intensivvård, område 5, Sahlgrenska Universitetssjukhuset

Erik Gustafsson, Överläkare Anestesi-Operation-Intensivvård, område 5, Sahlgrenska Universitetssjukhuset

Johan Ljungqvist, Specialistläkare Neurokirurgi, område 6, Sahlgrenska Universitetssjukhuset

OBS! Utskriven version kan vara ogiltig. Verifiera innehållet.

Information om handlingen

Handlingstyp: Rutin

Gäller för: Verksamhet Anestesi-Operation-Intensivvård Sahlgrenska

Innehållsansvar: Tobias Ullerstam, (tobul1), Överläkare

Granskad av: Tobias Ullerstam, (tobul1), Överläkare

Godkänd av: Peter Dahm, (petda5), Verksamhetschef

Dokument-ID: SU9805-1593997-1590

Version: 7.0

Giltig från: 2024-05-30

Giltig till: 2026-10-28