

Gäller för: Verksamhet Neurosjukvård, Verksamhet Medicin barn, Verksamhet Kirurgi barn, Verksamhet AnOplva neonatal barn
Innehållsansvar: Cornelia Kjellgard, (corkj1), Specialistläkare
Granskad av: Åsa Lundgren Nilsson, (asalu3), Verksamhetschef
Godkänd av: Angela Hanson, (angha), Verksamhetschef

Giltig från: 2025-10-07

Giltig till: 2027-10-07

Traumatisk skallskada TBI, barn - DSBS

Revideringar i denna version

Första utgåvan, utgår från Rutinen Traumatisk skallskada TBI- SU Sahlgrenska, med lokala anpassningar för DSBS.

Bakgrund och syfte

Att beskriva åtgärder vid svår traumatisk hjärnskada (TBI) hos barn för att säkerställa god och säker vård hos denna patientgrupp samt se till att rutinerna är överensstämmande mellan sjukhusen inom SU.

Utförande

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 rutinen; ”Behandlingstrappa svår TBI hos barn” ger en översiktlig behandlingsrekommendation efter ökande klinisk allvarlighetsgrad. Sidorna 2-4 specificerar utförligt omhändertagande enligt ABCDE. Avslutningen ger råd avseende allmänt omhändertagande.

Allmänt om omhändertagande vid misstanke om traumatisk skallskada barn, DSBS

Traumapatienter <16 år med trubbigt våld ska alltid transporteras till Regionalt Traumacenter (RTC) Drottning Silvias barnsjukhus (DSBS), oavsett om misstänkt skallskada föreligger.

Regional traumabakjour/traumaledare på DSBS är patientansvarig för traumapatienten och den som ansvarar för samordning av övriga specialiteter inom RTC.

Kontakt med neurokirurg rörande patient <16 år tas alltid med bakjour neurokirurgi av traumabakjour/traumaledare DSBS. Vid initial kontakt ska namn och direktnummer till neurokirurgbakjour och traumabakjour DSBS tydliggöras för att underlätta fortsatta kontakter rörande patienten.

I fall där traumabakjour DSBS bedömer att hög misstanke om svår traumatisk skallskada föreligger eller om traumatisk allvarlig skallskada är bekräftad skall ansvarig neurokirurg med bakjournskompetens snarast möjligt förflytta sig till DSBS och bedöma patienten bedside tillsammans med ansvarig traumabakjour DSBS.

Vid behov av akut neurokirurgisk intervention ska detta om möjligt ske på Operation 1 på DSBS. Traumabakjour DSBS bibehåller övergripande patientansvar för traumapatienten.

Traumabakjour DSBS är ansvarig för att informera Operation 1 samt SOL/anestesijour om akut neurokirurgisk åtgärd är aktuell.

Operationsanmälan görs av traumabakjour barn eller neurokirurg. Efterfråga op-läge, om blodprodukter skall beställas samt eventuella specifika instrumentönskemål. Förbered operationssalen genom att ta upp patientens CT-bilder.

Beslut att förflytta patient från DSBS till Sahlgrenska sker av ansvarig neurokirurg på plats vid patienten. Beslutet fattas av neurokirurg och sker i samråd med traumabakjour DSBS och barnanestesijour.

Tidig kontakt med CIVA/NIVA om barnet ska vårdas där efter det initiala omhändertagandet på DSBS. Tänk på att planera för eventuell transport med ambulansbeställning och kontakt med Prehospital Intensivvårdsenhet.

A. Luftväg

- Luftvägen säkras vid medvetslöshet ($RLS \geq 4$). Undvik nasalintubation vid risk för skallbasfraktur.
- 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
 - 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 tills halsryggskada kan uteslutas radiologiskt. Ett agiterat barn ska inte tvingas till rörelsebegränsningar då detta kan förvärra en existerande halsryggskada.
- V-sond ska alltid sättas efter intubation, oralt vid risk för skallbasfraktur.

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 EtCO₂.

C. Cirkulation

Systoliskt blodtrycksmål:	<1 år: 80–90 mmHg
(innan ICP-mätning etablerats)	1-5 år > 90-100 mmHg
	5-12 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 försämrad neurologisk outcome, och hypotension ska därför undvikas^{3,6}.

- **CPP-mål**, (CPP=MAP-ICP): 0-5 år: CPP 40- 50 mmHg
(när ICP mätare etablerats) >5 år: CPP 50–60 mmHg

Blodtryckshöjande läkemedel:

Uteslut först hypovolemi. Skallskada hos barn samt den operativa åtgärden kan orsaka stor blödning och hypovolemi. Kommunicera med neurokirurg om stor intraoperativ blödning kan förväntas.

Fenylefrin – bolus 1-10 ug/kg

Efedrin – bolus 0,1 mg/kg

Calciumgluconat - bolus (0,25-) 0,5 ml/kg. Max 10ml/dos.

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

- Kärlassess: 2 pvk:er. CVK läggs vid behov i lugnt skede och bör ej fördröja operationsstart.
- Artärkateter bör sättas snarast möjligt, men får ej fördröja handläggningen på akutrummet.

D Neurologi

- ICP-värden > 20 mmHg > 5 min ska åtgärdas (enligt behandlingstrappan).
- Grovmotorik, pupillstorlek, ljuskänslighet och vakenhetsgrad (Pediatrik GCS/RLS - 85) 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			

RLS-85	
Vaken Ingen fördröjd reaktion. Orienterad.	1
Slö eller oklar Kontaktbar vid lätt stimulering, tilltal, enstaka tillrop, beröring.	2
Mycket slö eller oklar Kontaktbar vid kraftig stimulering, upprepade tillrop, ruskning, smärtstimulering.	3
Medvetslös Lokaliserar men avvärjer ej smärta.	4
Medvetslös Undandragande rörelse vid smärta.	5
Medvetslös Stereotyp böjrörelse vid smärta.	6
Medvetslös Stereotyp sträckrörelse.	7
Medvetslös Ingen smärtreaktion.	8

- Adekvat smärtlindring och sedering är centralt för att undvika ICP-stegringar. TIVA 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 ug/kg + muskelrelaxation.
- Under operation används i första hand TIVA med Propofol och Remifentanyl, överväg TCI till större barn. Sevoflurane används med stor försiktighet (< 1 MAC) då dess vasodilaterande effekt kan ge ökat ICP.
- Bolus Fentanyl (1-3 ug/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!

E Exposure

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

- KAD
- Temperatur: Undvik nasofaryngeal tempkateter vid risk för skallbasfraktur. Eftersträva normotermi, temp >38 grader behandlas- överväg paracetamol och aktiv kylning, alternativt värmning vid hypotermi.

Allmänt omhändertagande

Vätskebehandling

Normovolemi samt diures 1-2 ml/kg/h eftersträvas. I första hand Ringeracetat, eventuellt med extra natriumtillsats.

Kolloida förluster ersätts i första hand med Albumin 5%, vid pågående eller större blödning ges blodprodukter. Vid akut volymsbehov kan bolus ges direkt med spruta 10ml/kg, via trevägskran kopplad mot blodaggregat eller annan vätska, eller med volympump. Blodprodukter ska värmas.

Vid pågående blödning bör Hb hållas ≥ 90 g/l, annars >80 g/l. Erythrocyter 10 ml/kg beräknas höja Hb med ca 25 g/l.

Hyperosmolär behandling

All hyperosmolär behandling måste förankras med ansvarig neurokirurg.

Hyperton NaCl 3%, 3-5 ml/kg är förstahandsval till barn med TBI, och höjer S-Na med ca 5 mmol/l. **Vid hotande herniering ges 5 ml/kg**. S-Na > 160 mmol/l ska undvikas.

Det finns inga beskrivna fall av central demyelinisering när *normonatremia* patienter behandlas med hyperton NaCl för intrakraniell hypertension⁸. Hyperton NaCl är relativt kontraindicerat vid hyponatremi, och S-Na bör ej stiga $>6-8$ mmol/dygn.

Blandningsmall Hyperton NaCl, intravenöst:

Spädning:

Alternativ 1:

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

Alternativ 2:

20 ml Addex-Na, 4 mmol/ml blandas i 250 ml NaCl 9 mg/ml

(Dessa spädningar ger en exakt koncentration på $0,47$ mmol/ml = 2,6 %, men spädningen kallas hyperton koksalt 3%. Vid spädning med NaCl 9 mg/ml bidrar spädningsvätskan med $0,154$ mmol/ml)



Vikt (kg)	Hotande inklämning		
	1 ml/kg	3 ml/kg	5 ml/kg
5	5 ml	15 ml	25 ml
10	10ml	30 ml	50 ml
15	15 ml	45 ml	75 ml
20	20 ml	60 ml	100 ml
25	25 ml	75 ml	125 ml
30	30 ml	90 ml	150 ml
35	35 ml	105 ml	175 ml
40	40 ml	120 ml	200 ml
45	45 ml	135 ml	225 ml
50	50 ml	150 ml	250 ml

Dosen ges som infusion på 20–30 min. Kan upprepas 1gång/timme, max 250 ml.

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. Använd Mannitol med försiktighet vid hypovolemi på grund av dess vätskedrivande egenskaper.

Koagulation

Vid transfusionskrävande blödning monitoreras koagulationen med TEG.

Vid massiv blödning ges blod:plasma:trombocyter i bolusar om 10 ml/kg i förhållandet 2:2:1. Vg se styrdokument [Blodtransfusion vid trauma och massivt transfusionsprotokoll](#)

Tranexamsyra: Vid blödning ges bolus 15-30 mg/kg (max 1g) och därefter infusion vid pågående blödning.

Fibrinogen: ges på liberala grunder, och om påverkad TEG. Fibrinogen 50 mg/kg (max 4g).

Trombocyter: doseras 5-10 ml/kg

Provtagning med PK, APTT och TPK bör tas på patienter med CT- eller MR-verifierad skallskada då barn har större risk att utveckla koagulationspåverkan vid svår skallskada.

Glukos

Målvärde 4-10 mmol/l. Både hypoglykemi och hyperglykemi ska undvikas. Insulin doseras initialt 0,05-0,1 E/kg.

Muskelrelaxation

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

Inför transport och på operation bör patienten relaxeras, använd NMT/TOF.

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.

Relaterad information

Rutin: Traumatisk skallskada TBI, barn – SU Sahlgrenska ([länk](#))

Rutin: [Blodtransfusion vid trauma och massivt transfusionsprotokoll \(länk\)](#)

Källförteckning

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 JJ, 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.

Arbetsgrupp

Cornelia Kjellgard, Narkosläkare AnOpIVA DSBS

Hanna Drougge, Narkosläkare AnOpIVA DSBS

Granskare

Andreas Bartley, Neurokirurg SU/S

Anders Sandin, Barnkirurg DSBS

Tobias Ullerstam, Barn-VÖL, Narkosläkare AnOpIVA SU/S

Bilaga: Blandningsmall Hyperton NaCl, intravenöst

Observera att **all** hyperosmolär behandling (Hyperton NaCl eller Mannitol) ska förankras med ansvarig neurokirurg.

Hyperton NaCl är förstahandsval för barn med TBI. Hyperton NaCl 3-5 ml/kg höjer S-Na med ca 5 mmol/l. S-Na > 160 mmol/l ska undvikas.

Spädning:

Alternativ 1: 40 ml Addex-Na, 4 mmol/ml blandas i 500 ml NaCl 9 mg/ml

Alternativ 2: 20 ml Addex-Na, 4 mmol/ml blandas i 250 ml NaCl 9 mg/ml

(Denna spädning ger en exakt koncentration på 0,47 mmol/ml = 2,6 %, men spädningen kallas hyperton koksalt 3%. Vid spädning med NaCl 9 mg/ml bidrar spädningsvätskan med 0,154 mmol/ml)

Dosering:

Dosering sker i samråd med neurokirurg. Vid hotande herniering (inklämning) ges **5 ml/kg**.

Vikt (kg)	1 ml/kg	3 ml/kg	Hotande inklämning 5 ml/kg
5	5 ml	15 ml	25 ml
10	10ml	30 ml	50 ml
15	15 ml	45 ml	75 ml
20	20 ml	60 ml	100 ml
25	25 ml	75 ml	125 ml
30	30 ml	90 ml	150 ml
35	35 ml	105 ml	175 ml
40	40 ml	120 ml	200 ml
45	45 ml	135 ml	225 ml
50	50 ml	150 ml	250 ml

Dosen ges som infusion på 20-30 min. Kan upprepas 1gång/timme, max 250 ml.

Kommentar: det finns inga fall av central demyelinisering när *normonatremia* patienter behandlas med hyperton NaCl för intrakraniell hypertension. Hyperton NaCl är kontraindicerat vid hyponatremi och S-Na får då inte stiga >6-8 mmol/dygn.

Information om handlingen

Handlingstyp: Rutin

Gäller för: Verksamhet Neurosjukvård, Verksamhet Medicin barn, Verksamhet Kirurgi barn, Verksamhet AnOpIva neonatal barn

Innehållsansvar: Cornelia Kjellgard, (corkj1), Specialistläkare

Granskad av: Åsa Lundgren Nilsson, (asalu3), Verksamhetschef

Godkänd av: Angela Hanson, (angha), Verksamhetschef

Dokument-ID: SU9805-1593997-2999

Version: 5.0

Giltig från: 2025-10-07

Giltig till: 2027-10-07