

N-Boken

“Det vanliga och det farliga”

Introduktion	3	6.5 Vakenkirurgi	27
1.1 Syfte	3	6.5 LITT-behandling	29
1.2 Medförfattare	3	6.6 Neurofysiologisk monitorering	30
Anestesi vid intrakraniell kirurgi	4	Ryggkirurgi	32
2.1 Allmänt	4	7.1 Preoperativ utredning	32
2.2 Preoperativ utredning	4	7.2 Intraoperativt	32
2.3 Intraoperativt	4	7.3 Avslut/Postoperativt	33
2.4 Avslut/Postoperativt	6	7.4 Bakre skallgropsdekompression	34
Neurotrauma	8	Funktionell neurokirurgi	35
3.1 Akut neurotrauma (tSAH/SDH/EDH)	8	8.1 DBS	35
3.2 Preoperativ utredning	8	8.2 Spinal Cord Stimulation (SCS)	36
3.3 Intraoperativt	9	8.3 Mikrovaskulär dekompression (MVD)	37
3.4 Avslut/Postoperativt	10	8.4 Baklofenpump	38
3.5 Intrakraniell monitorering	10	8.5 Dorsal Root Entry Zone lesion (DREZ)	39
3.7 Utrymning kroniskt SDH	11	Hydrocefalus	40
3.8 Kranioplastik	11	9.1 V-drän	40
Vaskulär neurokirurgi	12	9.2 Shunt	41
4.1 Ligering av aneurysm (SAH)	12	9.3 Ventrikulocisternostomi (VCS)	42
4.2 Preoperativ utredning	12	Extern verksamhet	43
4.3 Intraoperativt	13	10.1 MR	43
4.4 Avslut/Postoperativt	14	10.2 Strålniven	44
4.5 Arteriovenösa missbildning (AVM)	15	10.3 DT	45
Neuroradiologisk endovaskuär intervention	16	10.4 Transportventilator (Pneupac)	45
5.1 Aneurysm	16	Övrigt	46
5.2 AVM, AVF och kärlrika tumörer	18	11.1 Akut behandling av högt ICP	46
5.3 Lokal vasospasmbehandling	18	11.2 Anestesi vid neurologiska sjukdom	47
5.4 Trombektomi och trombolys	19	11.3 Pharyngeal svullnad	49
5.5 Stentar extrakraniellt	20	11.4 Neurogent lungödem (NPE)	50
Tumörkirurgi	22	11.5 Intraoperativ luftembolisering	51
6.1 Allmänt hjärntumörer	22	11.6 Fördjupning subaraknoidalblödning	52
6.2 Tumörectirpation/resektion	24		
6.3 Stereotaktisk biopsi	25		
6.4 Hypofyskirurgi	26		

Introduktion

1.1 Syfte

Detta dokument är riktat till nya medarbetare på neuroanestesi. Målgruppen är i första hand ST-läkare med några års erfarenhet av anestesi och intensivvård som skall skolas in i Neuro-jourlinjen. Dessa förväntas ha mer än god grundskunskap för att själva kunna tolka och värdera innehållet i denna bok. Vår förhoppning är dock att många fler utanför målgruppen kan finna innehållet intressant och läsvärt.

Tanken har inte varit att försöka skapa en ny lärobok i neuroanestesi utan att ge konkreta råd och exempel på hur vi handlägger "det vanliga och det farliga". Vidare så är råden och tipsen anpassade efter arbetssätt, lokaler och traditioner hos oss på neuroanestesi på Karolinska i Solna och är inte direkt tillämpliga på andra verksamheter, vare sig inom sjukhuset eller nationellt. Riktlinjerna är självklart inte heller heltäckande och ST-läkare förväntas kunna göra avsteg från riktlinjerna efter diskussion med specialistkompetent kollega.

Vi har valt att i möjligaste mån försöka hålla oss till en struktur som fokuserar på de vanligaste förekommande neurokirurgiska ingreppen och delat in dessa i preoperativ utredning, intraoperativa överväganden samt postoperativ planering. Neurointensivvården har dock valts bort då dess komplexitet inte kan göras lika överskådlig i detta format.

Vår förhoppning är att detta skall vara ett levande dokument som kommer att uppdateras vartefter synpunkter inkommer eller handläggning förändras.

1.2 Författare

Henrik Rajala, ST-läkare PMI KS Solna

Martin Hult, ST-läkare PMI KS Solna

Tomas Majing, Sektionsansvarig neuroanestesi KS Solna

Tack!

Vi vill rikta ett särskilt tack till nedanstående personer som kommit med ovärderliga synpunkter och kommentarer under arbetets gång, utan er hade det inte blivit någon N-bok.

David Nelson, Sektionsansvarig neurointensivvård

Kajsa Norén, vårdledare neuroanestesi

Marcus Ohlsson, Neurokirurg - Endovaskulär intervention

Peter Alpkvist, Neurokirurg - Vaskulär neurokirurgi

Anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi

Nedanstående riktlinjer beskriver standarduppställningen för anestesi vid elektiv neurokirurgi av en okomplicerad, stabil patient. Riktlinjerna bör endast ses som ett stöd och anestesi skall individanpassas utifrån given situation.

2.1 Allmänt

Anestesi vid intrakraniell kirurgi syftar till att perioperativt bevara optimal cerebral fysiologi. Detta görs genom att upprätthålla ett adekvat cerebralt blodflöde (CBF) samt undvika hypertension och ICP stegring.

2.2 Preoperativ utredning/förberedelser

Preanestesibedömningen syftar till att ta en noggrann anamnes, eventuellt komplettera den preoperativa utredningen, samt grovt planera anestesi i samråd med patient och operatör. Fokusera i Orbit på att redogöra för objektiva fynd med tyngdpunkt på neurologisk påverkan, tecken till intrakraniell tryckstegring samt nedsatt funktionskapacitet.

Preoperativ utredning: Blodtryck, vätske- och elektrolyt-, koagulationsstatus samt BAS-test. EKG och ultraljud av hjärtat, transthorakal ekokardiografi (TTE) på indikation.

Preoperativa ordinationer:

- Anxiolytika: Oxascand® (5-15mg) alt Catapresan® (75-150ug) vb.
- Antibiotikaproylax: Cefuroxim (Zinacef®) 1,5g iv upprepas var 4:e timme under pågående operation. Andrahandsval: Klindamycin (Dalacin®) 600 mg (iv) var upprepas var 8 timme under pågående operation. Antibiotikaproylax ordineras av neurokirurg (NK).
- Analgetika: Paracetamol, Celecoxib, Gabapentin samt Targiniq® ordineras av NK.
- Trombosproylax ordineras av NK.
- Proylaktisk behandling med antiepileptika ordineras vid behov av NK, vanligen Levetiracetam (Keppra®) 500 mg x 2 po. Patienter med känd EP kvarstår vanligen på sin ordinarie behandlingsregim med ställningstagande till ytterligare proylaxbehandling enligt ovan.
- Vid oklarheter avseende preanestesibedömning sök ledningsansvarig neuroanestesi tfn.73333.

2.3 Intraoperativt

Induktion:

Läkemedel och dos skall individanpassas utifrån varje patient, men generell riktlinje för hemodynamiskt stabil patient är:

- Remifentanil (0,3 mikrog/kg/min) Propofol (2 mg/kg), Rocuronium (0,6-1 mg/kg) samt Noradrenalin initialt i lågdos (0,02 µg/kg/min).
- Uppnå Remifentanil >1,5 ug/kg innan laryngoskopi. Endotrakealtub, bitblock samt v-sond anläggs och tejpas enligt neurorutin.
- Koppla till ventilator och övergång till underhållsanestesi med TIVA alt Sevofluran (MAC 0,8), Remifentanil sänks till 0,1 µg/kg/min.

Positionering:

- Sätt artärnål i vänster hand om patienten är planerad till operation i ryggläge. Sätt artärnål i höger hand om planerat bukläge.
- Sätt 2x infarter i fötterna.
- Sätt KAD.
- Inför anläggning av Mayfieldstöd höj Remifentanil till 0,4µg/kg/min i syfte att undvik blodtrycksstegring. Även lokalanestetika (Ropivacain 5mg/ml, totaldos ca 15mg) vid respektive fästpunkt kan övervägas.
- Anläggning av Mayfieldstöd leds av NK medan anestesologen ansvar för luftvägen. Efter låsning av Mayfieldstöd bör återigen tubläge, bitblock och tungans läge samt venöst avflöde bedömas.
- 15-30 graders höjd huvudända. Kontrollera att huvudets och halsens vridning inte är för extrem. Framför allt flexion i kombination med rotation ökar cerebral venös stas och risken för postoperativ pharyngeal svullnad ([se även](#)).

Blodtryck:

Blodtrycksmål fastställs i samråd med NK, men generellt riktmärke är CPP 50-70 mmHg. Förutsatt normalt ICP (5-12 mmHg) ger det MAP 55-82 mmHg. Mellan CPP 50-150 mmHg håller normalt hjärnans autoregulation cerebralt blodflöde (CBF) konstant. Tryckförändringar utanför detta intervall eller vid störd autoregulation resulterar i att CBF ökar eller minskar utifrån tryckförändringen, vilket riskerar att leda till ödembildning vid tryckstegring och ischemi vid trycksänkning. Störd autoregulation bör beaktas hos huvuddelen av de patienter som blir föremål för neurokirurgi varför kraftiga blodtrycksförändringar ska undvikas.

Ventilation:

Ventilationsmål fastställs i samråd med NK, men generellt riktmärke är normoventilation (PaCO₂ 4,6-5,0) under induktion och incision. Inför duraöppning måttlig hyperventilation (PaCO₂ 4,0-4,5 mmHg). Oftast behålls måttlig hyperventilation fram till väckningskedet då en långsam återgång till normoventilation genomförs. Hyperventilation ger vasokonstriktion och minskning av cerebralt blodflöde (CBF) vilket kan vara nödvändigt för att underlätta kirurgin eller minska cerebralt ödem men beakta dock risken för ischemi vid kraftig vasokonstriktion. PEEP över 5 cmH₂O undviks i normalfallet under operation för att minska venös stas.

Anestesimedel:

Propofol och Pentothal® minskar cerebral metabolism (CMRO₂), CBF och ICP med bevarad autoregulation och CO₂ reaktivitet. De höjer även kramptröskeln. Sevofluran minskar CMRO₂ och bevarar CO₂ reaktivitet. Sevofluran är vasodilaterande i höga koncentrationer (MAC >1,5) men i lägre koncentrationer (MAC <1) är nettoeffekten på CBF negativ pga. minskat CMRO₂. Det finns ingen skillnad i outcome mellan gas och TIVA som underhållsbehandling vid intrakraniell kirurgi. Erfarenhetsmässigt ger dock Propofol ofta ett lägre ICP, varför byte från Sevofluran till Propofol kan prövas vid högt ICP.

Vätskebehandling:

Neutral vätskebalans eftersträvas perioperativt i syfte att upprätthålla adekvat CBF samt undvika cerebral ödembildning. S-Na ska aldrig sjunka perioperativt. För att optimera de kirurgiska förutsättningarna kan 80 mmol Addex-Na i 100 ml NaCl ges iv strax innan

duraöppning. Vätskeförluster ersätts i första hand med Ringer-Acetat® med Addex-Na (40 mmol/L) vid all intrakraniell kirurgi.

Perioperativt sänka ICP [\(se även sida 46\)](#):

- Minska vasodilation: ökad ventilation, åtgärda eventuell hyperkapni (pCO₂-mål 4,5 kPa), öka anestesidjup, byt från inhalationsanestesi till Propofol.
- Minska cerebral metabolism: bolusdos Pentothal® (50mg), behandla feber.
- Minska venös stas: höj huvudända, minska huvudvridning och sänk PEEP.
- Osmolär terapi: Addex-Na 80 mmol alt Mannitol® (200-300 ml, 150 mg/ml).
- Dränera CSF om tillämpligt.

2.4 Avslut/Postoperativt

Väckning efter intrakraniell kirurgi:

- Stäng av Remifentanil och starta tidtagning.
- Börja utvädring av Sevofluran, höj FiO₂ till 1,0 och bibehåll kontrollerat ventilationsmode.
- Syrgasgrimmor sätts på med 2-3l/min O₂, v-sond avlägsnas och tubtejp lättas på.
- 5 min efter Remifentanil stängts av sker ingen manipulering med patienten.
- 10 min efter Remifentanil stängts av, Sevofluran Et<0,3 samt BT och puls börjar stiga är patienten extubationsnära. När patienten tittar upp på tilltal dras ET-tuben.
- Utvärdera pupillstorlek och reaktivitet samt övergripande neurologisk funktion efter väckning.

Postoperativa ordinationer:

- Ordinera i samråd med NK: mål avseende MAP och SAP.
- Om intrakraniell tryckmätning erhålls skall NK ordinera CPP-mål och ICP-mål.
- Om ventrikeldrän erhållits skall NK ordinera dränet som öppet eller stängt, nivå samt dräneringsmål/24h
- Trombosprofylax: Fragmindos och tidigaste administrering ordineras av NK.
- Antibiotikapofylax: Vid längre operationer >8 timmar eller vid misstanke om kontaminerat operationsområdet förlängs antibiotikabehandlingen i ytterligare 24 timmar med Cefuroxim (Zinacef®) 1,5 g iv 8:e timme alt Klindamycin (Dalacin®) 600 mg (iv) var 8 timme.
- Neurostatus kontroller: Genomförs postoperativt initialt var 15min första timmen, därefter var 30 min i 2timmar, för att sedan glesas ut till var 4:e timme första dygnet.
- Smärtbehandling: Paracetamol (1 g), Catapresan® (30-150 µg) iv och Morfin (3-8 mg) iv.
- 30 grader höjd huvudända.
- Postoperativa krampanfallet bryts med Diazepam (Stesolid® 5-10 mg) iv. Om patienten sedan tidigare är obehandlad sätts vanligen Levetiracetam (Keppra®) 1000 mg x 2 po alt iv infusion i laddningsdos första dygnet därefter T Levetiracetam (Keppra®) 500 mg x 2 po. Ordineras av NK.

Postoperativ övervakning:

- Normalt genomförs den postoperativ övervakningen på Neuro 4 (E11) Med NK (PAL eller NK-jour) som ansvarig för patienten.
- Patienter som ej är i behov vaksal första dygnet på Neuro 4 eller patienter med komplicerad luftväg övervakas på Postop (B6/B7).
- Styrningen av var den postoperativa vården sköts i första hand av vårdledaren på neuroanestesi (71490) som kontaktar vårdledaren på Neuro 4 (70456)

- Om patienten varit medvetandepåverkad innan sövning och/eller komplicerad operation tas ställning till fördröjd extubation på NIVA (E4). Kontakt tas med ledningsläkare 79191 dagtid, 71494 jourtid samt kontakt med vårdledare NIVA 72419 om NIVA inläggning.

Neurotrauma

3.1 Akut neurotrauma

Samtliga patienter med akut neurotrauma sövs på likartat sätt oberoende av vilken operation som genomförs:

- Utrymning akut tSAH/SDH/EDH
- Hemikraniektomi
- V-drän/intrakraniell neuromonitorering

Syftet med handläggningen av traumatiska hjärnskador (TBI) är att minimera sekundära hjärnskador. Detta görs genom att förebygga och behandla följande tillstånd:

- Hypotension
- Hypoxi
- Hyper/Hypokapni
- Koagulopati
- Hypo-/hyperglykemi
- Kramper
- Hyponatremi
- Intrakraniell hypertension
- Blödningsprogress

Neurotraumaflöde

Traumatiska hjärnskador handläggs initialt likt övriga trauman vid NKS med resuscitering på traumarummet och ställningstagande till CT, operation eller intensivvård. Tidig kontakt med NK på tfn 71502 vid misstänkt neurotrauma. Kirurgiskt handläggs isolerade TBI som ej sviktar i andra organsystem på plan 7 (neuro op) medan multitrauma med TBI handläggs kirurgiskt på plan 5 (trauma op). Vanligaste kirurgiska ingreppen vid TBI är hematometrymning för att behandla/förebygga ett refraktärt högt ICP samt inläggning av V-drän/intrakraniell neuromonitorering som syftar till neuroprotektiv intensivvård.

3.2 Preoperativ utredning/förberedelser

Neurologi:

- Prioritera ett neurologiskt status innan induktion. Initialt GCS är den prognostiskt viktigaste faktorn för bedömning av outcome.
- Pupillstorlek och reaktion.
- Hemipares = oftast hjärnskada, tetra/parapares = oftast halsryggskada.
- Höjd huvudända 30 grader utan huvudvridning.
- Natrium skall ej sjunka, tillsätt Addex-Na 40-80 mmol/L om kristalloider ges.
- Bedöm luftväg och aspirationsrisk.
- Besluta om patienten måste intuberas innan transport till op.

Cirkulatoriskt mål (undvika hypotension):

- Systoliskt mål blodtryck >100 mmHg samt MAP >80 mmHg.
- Sätt tidig artärnål.
- Isolerad TBI ger inte hypovolemisk chock, vid uttalad hypovolemi sök annan orsak.
- Vid multitrauma följ traumatransfusionsprotokoll.
- Om isolerad TBI ställningstagande till lågdos Noradrenalin.

Ventilations mål:

- Vid stöd- eller övertagen ventilation bibehåll normoventilation (PaCO₂ 4,6-5,0).
- Vid tecken till inklämning (bilateralt dilaterade pupiller och uttalad hypertoni) kan hyperventilation accepteras (PaCO₂ 3.8-4,5 mmHg).

Koagulations mål:

- TPK >100x10⁹/L, Fibrinogen >2g/L, Calcium >1,1 mmol/L. PK-INR ≤1,4, kontrollera ROTEM och Multiplate.
- Tranexamsyra 1 g (om ej givet prehospitalt) och ytterligare 1 g efter 3 timmar.
- Reversera patienter med antikoagulationsbehandling:
 - Waran®: PK-INR 1,5-2,0 = Ocplex®/Confidex® 10 E/kg + Konaktion® 10 mg
PK-INR 2,0-3,0 = Ocplex®/Confidex® 20 E/kg + Konaktion® 10 mg
PK-INR > 3.0 = Ocplex®/Confidex® 30 E/kg + Konaktion® 10 mg
 - Pradaxa®: Ge Praxbind® 5 g alt Ocplex®/Confidex® 2000E
 - Xarelto® och Eliquis® kontakt med koagulationsjour. Behandling med Protrombinkomplexkoncentrat (PKK) eller Ocplex® /Confidex® (25-50 E/kg) har en reverserande koagulationseffekt som kan utnyttjas vid allvarlig blödning men läkemedlens protrombotiska effekt skall beaktas.
- Patienter med trombocythämmare Plavix®, Brilique® eller Efiect® kombinerat med ASA. Ta Multiplateprov (ASPI, ADP, TRAP) och starta trombocyttransfusion (2 enheter) i väntan på svar. Liberal kontakt med koagulationsjour (0704507649)

3.3 Intraoperativt

Induktion: Läkemedel och dos väljs utifrån hemodynamiska förutsättningar, betänk riskerna för dolda eller ej manifesterade skador varför dessa generella riktmärken måste individanpassas:

- Hemodynamiskt stabil patient: Remifentanil (0,3 ug/kg/min) Propofol (2 mg/kg), Rocuronium (1 mg/kg) .
- Hemodynamiskt instabil patient: Remifentanil (0,1-0,3 ug/kg/min) alt Fentanyl® (2-4 ug/kg), Propofol (0,5-1,0 mg/kg) alt eller kombinerat med Ketamin (1-1,5 mg/kg), Rocuronium (1-1,2 mg/kg). Ställningstagande till modifierad RSI med försiktig ventilation.
- Om halsryggen ej är friad, in-line stabilisering av halsryggen samt videolaryngoskopi med hyperkvrverat blad

Underhåll: Läkemedel och dos väljs utifrån hemodynamiska förutsättningar.

- Remifentanil (0,2-0,4 ug/kg/min).
- Sevofluran (0,8 MAC) som standard. Vid misstanke om ICP-stegring och hjärnsvullnad rekommenderas Propofolinfusion.
- Ventilationsmål anpassas till situation men generellt riktmärke är normoventilation (PaCO₂ 4,6-5,0). Vid tecken till inklämning (dilaterade pupiller och uttalad hypertoni) hyperventilation (PaCO₂ 3.8-4,5 mmHg).
- Antibiotika: Cefuroxim (Zinacef®) 1,5 g iv alt Klindamycin (Dalacin®) 600 mg iv ordinerar av NK.
- Bibehåll transfusionsmål: Hb 90-100 g/L, TPK >100x10⁹/L, Fibrinogen >2g/L, Calcium >1,1 mmol/l intraoperativt.

3.4 Avslut/Postoperativt

- Isolerad svår TBI (GCS <8) tas intuberade vanligen till NIVA för fortsatt intensivvård. Kontakt med vårdledare 72419 för att erhålla IVA-säng och plats.
- Multitrauma intuberad vanligen till CIVA för fortsatt intensivvård. Kontakt med vårdledare 78637 för att erhålla IVA-säng och plats.
- Vid plan på fortsatt intensivvård genomförs ofta postoperativ DT på väg till NIVA
- Isolerade epiduralblödningar kan efter utrymning ofta väckas på operationssal för direkt utvärdering.
- Mobilisering i form av 30 grader höjd huvudända.
- Fastställ i samråd med NK CPP-mål, ICP-mål samt ordinationer för V-drän (se nedan) vid sign out.

3.5 Specifika kommentarer kring V-drän och intrakraniell neuromonitorering

- Vid akut ingrepp sker induktion och anläggning av V-dränet på operation (plan 7 sal 3711) med patienten kvar i säng.
- Bedöm öppningstryck.
- NK skall ordinera dränet som öppet alternativt stängt. Om öppet ordineras nivå i mmHg samt dräneringsmål i ml/h alt ml/24h
- Uppkoppling och kalibrering (nollning) av tryckdom genomförs innan patienten flyttas från operationsbordet. Monitorering av ICP/ CPP skall vara startad innan patienten lämnar operationssalen.
- Stäng V-drän under förflyttningar och transport.

3.6 Utrymning kroniskt SDH

Preoperativ utredning/förberedelser

Genomförs ofta jourtid

Se: [Anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4.](#)

Intraoperativt

Genomförs vanligen i LA och sedering med Fentanyl® och/eller Propofol. Ge Ondansetron® (4mg iv). Ställningstagande till artärnål om hjärt/kärlsjuk patient.

Avslut/Postoperativt

Vanligen åter till Neuro 4 efter avslutad operation. Vårdas i planläge i 24 timmar.

3.7 Kranioplastik

Preoperativ utredning/förberedelser

Se: [Anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4.](#)

Intraoperativt

Se: [Anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4.](#)

Avslut/Postoperativt

Se: [Anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 6.](#)

Patienterna ofta smärtpåverkade postoperativt, ge, Morfin 5-10 mg, Catapresan® 75 mikrog
Paracetamol 1g inför väckning.

Vaskulär neurokirurgi

Typingrepp vid öppen vaskulär neurokirurgi

Nedanstående vaskulära tillstånd kan behandlas med öppen neurokirurgi eller neuroradiologisk endovaskulär intervention. Nedan behandlas perioperativ handläggningen av öppen vaskulär neurokirurgi. För handläggning av neuroradiologisk endovaskulär intervention [se sida 16](#)

- Ligerings av aneurysm
- Arteriovenösa missbildning (AVM) och duralfistel (AVF)

4.1 Ligerings av aneurysm

(GA + intub + artärkateter + KAD)

Allmänt

Ur anesthesiologiskt perspektiv är den viktigaste uppdelningen av intrakraniella aneurysm mellan rupturerade (varma) och icke rupturerade (kalla). Ligerings av ett rupturerat aneurysm är en akut/subakut operation med en instabil patient (ASA 4 eller 5), känslig för tryckstegringar och hög risk för reblödning med en mortalitetsrisk på 60-85%. Icke rupturerade aneurysm är en elektiv operation med en ofta asymtomatisk och välutredd patient, där risken för ruptur är låg. Rupturerade aneurysm med medvetandepåverkan som inkommer på jourtid erhåller vanligen v-drän jourtid för att sedan erhålla slutgiltig åtgärd med säkring av aneurysmet dagen efter. Dessa patienter skall sövas enligt nedanstående principer vid anläggning av V-drän och hållas postoperativt sövda och intuberade på NIVA tills aneurysmet är säkrat. För mer bakgrund kring rupturerade aneurysm se [sida 52](#).

Målet är ligerings med hjälp av clips utan ruptur/reblödning eller hypoperfusion. Rupturrisk ökar vid hög tryckskillnad över aneurysmväggen, dvs högt transmurala trycket (TMP) samt snabba tryckförändringar (dP/dT). Därav ett större fokus på systoliska tryck än i andra fysiologiska trycksammanhang. TMP speglas dock till del av CPP och är beroende av MAP och ICP enligt ($mTMP = MAP - mICP$) varför hypertensiva episoder och snabba intrakraniella tryckminskningar absolut måste undvikas samtidigt som ett adekvat cerebralt blodflöde (CBF) upprätthålls.

4.2 Preoperativ utredning

Vid varma aneurysm fokusera på neurologin. Medvetandepåverkan samt radiologiskt stor SAH inger misstanke om intrakraniell hypertension, påverkad autoregulation och försämrad cerebrovaskulär koldioxidrespons. SAH påverkar även övriga organsystem där främst pulmonell- och kardiell svikt skall bedömas. Lungkomplikationer som neurogent lungödem, lungemboli samt aspiration återfinns i ca 20%. Reversibel vänsterkammarsvikt med regional hypokinesi drabbar ca 30% av patienterna.

Vid kalla elektiva aneurysm fokuseras anamnestagningen på hjärt-kärlsjukdomar.

Preoperativ utredning: EKG, blodtryck, vätske- och elektrolyt-, koagulationsstatus BAS-test samt TTE på indikation, utredningen får inte försena slutgiltig intervention.

Preoperativa förberedelser

- Lugnt omhändertagande, passiv patientförflyttning, 30 graders höjd huvudända, smärtstilla patienten före överflytt.
- Oxascand® (10mg) alt Catapresan® (75ug) vb.
- Beställ blodprodukter (2 E-konc), koppla upp blodvärmare på sal.
- Förbered Adenosin (5 mg/ml) på sal samt beräkna dos (0.3mg/kg).
- Pentothal® på sal, eventuellt med sterilt vatten uppdraget för att snabbare kunna blanda.
- Verdye® (ICG = indocyaningrönt) på sal.
- Om patient är insatt på Nimotop® inf (0,2 mg/ml) 10 ml/tim, halvera dosen till 5 ml/tim före induktion. Om fortsatt hypotensionproblematik överväg ytterligare sänkning av Nimotop® då dess terapeutiska betydelse sannolik är lågt första dygnet.
- Antibiotika: Cefuroxim (Zinacef®) 1,5 g ges vid opstart (upprepas var 4:e tim). Vid PC-allergi ge Klindamycin (Dalacin®) 600mg (upprepas var 8:e tim).
- Elektrolyter: Perioperativt långsamt stigande Na och Mg >1,0.
- Koagulation: vid rupturerat aneurysm överväg insättning av Tranexamsyra (Cyklokapron®) 1gx3 iv fram tills ligering.
- Temperaturmål 36,5 till 37,5 °C, behandla hypo- respektive hypertermi aktivt.
- Under jourtid är det av vikt att samtliga läkemedel finns på sal samt att induktionsplanen är förmedlad innan patienten anländer, då det endast finns en anestesisköterska på våningsplanet. Detta ställer krav på hög läkarnärvaro på operationssalen.

4.3 Intraoperativt

Blodtryck: Kraftiga tryckförändringar skall undvikas, hypertoni riskerar reblödning och hypotoni ger ischemi. Blodtrycksmål bestäms i samråd med NK men generellt riktmärke för:

- Icke rupturerade aneurysm samt rupturerade aneurysm med normalt ICP: SAP <140 mmHg och MAP >65 mmHg.
- Rupturerade aneurysm med intrakraniell tryckstegring eller medvetandepåverkan eftersträva SAP <160. Om ICP-mätning erhålls, CPP 50-60 mmHg.
- Sätt artärnål (i LA) innan induktion på varma aneurysm, övriga kan erhålla artärnål efter induktion.
- Infart vänster hand.
- Starta Noradrenalininfusion i lågdos innan induktion.

Induktion: Läkemedel och dos väljs utifrån hemodynamiska förutsättningar, men generellt riktmärke för:

- Hemodynamiskt stabil patient: Remifentanil (0,3 ug/kg/min) Propofol (2 mg/kg), Rocuronium (1 mg/kg).
- Hemodynamiskt instabil patient: Remifentanil (0,3 ug/kg/min) alt Rapifen® (7ug/kg), Propofol (0,5-1 mg/kg) alt eller i kombination med Ketamin (1-1,5 mg/kg) Rocuronium (1-1,2 mg/kg).
- Uppnå Remifentanil >1,5 ug/kg/min innan laryngoskopi, samt se en pulssänkning
- Ställningstagande till modifierad RSI med försiktig ventilation.
- Lidocain® 1 mg/kg iv 1 min innan intubation för att undvika blodtrycksstegring vid intubation kan övervägas men används numera alltmer sällan.

Underhåll och Positionering:

- Underhållsanestesi med Remifentanyl (0,1-0,4 µg/kg/min), Sevofluran (0,8 MAC).
- Undvik blodtrycksstegring genom att höja Remifentanyl (0,4 µg/kg/min) inför anläggning av Mayfieldstöd, även LA (Ropivacain 5 mg/ml) vid respektive fästpunkt kan övervägas.
- 15-30 graders höjd huvudända. Kontrollera att huvudets vridning inte är för extrem.
- Sätt 2st PVK minst storlek 1,3 i fötterna.
- Sätt KAD

Incision och duraöppning:

- Normoventilation (PaCO₂ 4,6-5,0 mmHg) under incision. Inför duraöppning måttlig hyperventilation (PaCO₂ 4,0-4,5 mmHg). Behåll måttlig hyperventilation fram tills dess att aneurysmet är säkrat.
- Ge Addex-Na (80 mmol 100 ml NaCl) inför duraöppning.
- Om V-drän är anlagt, dränera på NK begäran CSF (max 20 ml) inför duraöppning.

Dissektion och clips:

- Inför temporärt clips höj FiO₂ till 0,8 samt iterera muskelrelax efter TOF-mätning.
- Inför att permanent clips anläggs ges Pentothal® (50-100mg) efter samråd med NK.
- För kontroll av lokalt cerebralt flöde samt clipsplacering ges indocyaningrönt (Verdye® 25 mg) iv efter klartecken från NK. Notera att denna behandling kan ge ett övergående falskt lågt SpO₂ (halveringstid 2-3 min) med sänkning i storleksordningen 0-5%.

Perioperativ ruptur med exponerat aneurysm:

- Höj FiO₂ till 1.0
- Ge Adenosin 0,3 mg/kg (temporär asystoli i 30-60 sek) efter samråd med NK.
- Sänk MAP till 50 mmHg (höj Sevofluran, reducera Noradrenalin, ge Trandate®).
- Ge Pentothal® 50mg (minska cerebral metabolism), kan upprepas.
- Efter att blödningskontroll uppnåtts och permanent clips anlagts, resuscitering med målen normovolemi och Hb >100 g/L.

Perioperativ ruptur före aneurysmexponering:

- Acceptera ett högre blodtryck. Utan ICP-mätning: acceptera ett MAP 90-100 mmHg. Om ICP-mätning erhålls: CPP-mål 50-60 mmHg.
- Optimera ventilation (PaCO₂ 4,0-4,5 mmHg).
- Ge Addex-Na (80 mmol) alt Mannitol® (3-5ml/kg).
- Höj huvudändan.
- Ge Pentothal® 50 mg (minska cerebral metabolism), kan upprepas.
- Dränera ej från V-drän (riskerar öka det transmurala trycket vilket ger ökad blödning).

4.4 Avslut/Postoperativt

- Efter att clipsplaceringen bekräftats och aneurysmet är bortkopplat från cirkulationen kan blodtrycksgränsen höjas efter samråd med NK (SAP < 160 mmHg och MAP > 70 mmHg).
- Medvetandepåverkad patient innan sövning eller komplicerad operation ofta fördröjd extubation på NIVA. I dessa fall kan CVK anläggas postoperativt på operationsbordet gärna i v.subclavia för att inte störa TCD-mätning.
- Okomplicerad operation väcks på sal, [se sida 6](#).
- Trombosprofylax Fragmin® 2500E ordineras av NK.

4.5 Arteriovenösa missbildning (AVM)

(GA + intub + artärkateter + KAD)

Allmänt

AVM är en medfödd kärlmissbildning där den tillförande artären shuntar blodet förbi kapillärträdet direkt till vensidan, utan att hjärnvävnaden försörjs. Behandlingen består oftast i en kombination av endovaskulär ocklusion av tillförande artärer (feeders) vilket minskar blödningsrisken under efterföljande neurokirurgiska resektionen. AVM kan bildas i hela CNS men är vanligast supratentoriellt.

Preoperativ utredning/förberedelser

Se: [Ligering av aneurysm sida 12](#)

Intraoperativt

Se: [Ligering av aneurysm sida 13](#)

Även om blödningsrisken perioperativt ofta är mindre än vid aneurysmkirurgi skall förberedelser för att hantera större blödning genomföras.

Avslut/Postoperativt

Se: [Ligering av aneurysm sida 14](#)

Fokusera på att bibehålla god blodtrycks kontroll under väckning och första postoperativa dygnet. Efter det att AVM:et kopplats bort från cirkulationen finns risk för NPPB (Normal Perfusion Pressure Breakthrough), ett tillstånd med ökad känslighet för höjda perfusionstryck i den omgivande kärlbädden. Detta ökar risken för ödemutveckling och blödning vid höga blodtryck. BT-gräns ordineras av ansvarig operatör. Generellt riktmärke är SAP 110-120 mmHg.

Neuroradiologisk endovaskulär intervention

- Aneurysm
- AVM, AVF och kärlrika tumörer
- Lokal vasospasmbehandling
- Trombektomi och trombolyser
- Stentar extrakraniellt

Allmänt

Huvuddelen av all intrakraniell endovaskulär intervention utförs i generell anestesi, i syfte att hålla patienten immobiliserad. Spinala diagnostiska angiografier och -behandlingar utförs alltid i generell anestesi, då upprepade apnéer under 10-45+ sekunder behövs för att få bort rörelseartefakter från andningen. Undantaget är trombektomier som oftast utförs i sedering föra att erhålla snabbare behandlingsstart, minska risk för hypotension och möjliggöra perioperativ neurologisk bedömning, men motoriskt oroliga patienter och/eller patologier som fordrar intrakraniell PTA och stentning görs i generell anestesi med induktion vid bibehållet SAP >120 mmHg. Extrakraniella interventioner exempelvis stent i carotis utförs som princip alltid i lokalanestesi och sedering. På NKS genomförs huvuddelen av dessa behandlingar på neuroröntgen B4:19 två salar, samt i undantagsfall på B5:17. Telefonnummer till jourhavande neurointerventionist: 73750

5.1 Endovaskulär intervention av aneurysm

(GA + intub + artärkateter)

Preoperativ utredning/förberedelser

Se: [Ligering av aneurysm sida 12](#)

- Noggrann luftvägsbedömning: patienten sövs på plant angiobord med huvudet i huvudskål vilket minskar möjlighet till lägesoptimering. Ta bort huvudskålen vid misstänkt svår luftväg och använd videolaryngoskop på vid indikation. Vidare bör det beaktas att som ansvarig på neurortg (B4) har man ej tillgång till operationsavdelningens resurser vilket ställer ytterligare krav på planering och riskbedömning. Säkerställ var extra luftvägsutrustning (videolaryngoskop, LM, koniotomiset) finns.
- Vissa patienter erhåller trombocytaggregationshämmare inför aneurysmembolisering, ordinerar av interventionist.
- Artärkateter sätt innan induktion på varma aneurysm, övriga kan erhålla artärkateter efter induktion.
- Bedöm behov av V-drän innan endovaskulär ligering då patienten efter åtgärd kommer att vara dubbelt trombocythämmad med Prasugrel (Efient®) + ASA. Patienten sövs då inför V-drän på plan 7 och transporteras därefter sövd ner till interventionssal.

Intraoperativt

Vid endovaskulär intervention av aneurysm stängs aneurysmet intravasalt med mikrospiraler (coils) alternativt med stents (flow diverters/flödesavledare).

- Induktions och underhållsanestesi sker efter rutinen för ligering av aneurysm, [se sida 13](#)
- Använd förlängda respirator- och IV-slangar då avstånd mellan patient och respirator/pumpar är långt. Blyförkläde bärs av all personal inne på interventionssal.

Antikoagulantia:

- Heparin ges strax innan coiling eller anläggning av stent på interventionistens ordination. Standarddosen är 5000E när katetriseringen genomförts via a. femoralis.

Antiaggregantia:

Vissa fall, vanligen där stent eller flödesavledare påkallas i akutsituation och patienten inte har peroral medicinering med adekvat effekt per Multiplate (ADP och ASPI i intervall 10-30), ska intravenös dubbelantiaggregantia ges:

- ASA 500 mg iv innan stent/flödesavledare lagts, ges vanligen på ordination av operatör.
- Eptifibatid (Integrilin®) viktkorrelerad bolusdos 2 mg/ml, separat schema när stent/flödesavledare lagts på ordination av operatör, följs av viktkorrelerad underhållsdos 0.75 mg/ml, separat schema.
- Som alternativ till eptifibatid kan kangrelor (Kengrexal®) ges. Heparin, ASA och Integrilin® tillhandahålls av personalen på angiolab. Kangrelor tillhandahålls via NIVA.
- Fördjupad information om dosscheman och administrering av Integrilin®, Heparin, ASA och Protamin® finns att tillgå i angios blädderblock på neuroröntgensal B4:19.

Aneurysmruptur:

Ovanlig händelse (1-3% vid elektiv kirurgi, 3-7% vid behandling av rupturerade aneurysm/subarachnoidalblödningar) men risken oftast störst när den första coil:en anläggs.

- Vid ruptur acceptera ett högre blodtryck. Utan i ICP-mätning acceptera ett MAP 90-100 mmHg. Om ICP-mätning eftersträvas CPP-mål 50-60 mmHg.
- Optimera ventilation (PaCO₂ 4,0-4,5mmHg).
- Ge Addex-Na (80 mmol Addex-Na) alt Mannitol® (300 ml).
- Höj huvudändan.
- Ge Pentothal® 50mg (minska cerebral metabolism) kan upprepas.
- Dränera **ej** från V-drän (riskerar öka det transmurala tycket vilket ger ökad blödning)
- Diskutera reversering av Heparin med Protamin® med interventionist. Protamin® erhålls av röntgenpersonalen (25mg Protamin reverserar 3500E Heparin), beakta halveringstiden för Heparin (30 minuter-2 timmar) och ta höjd för blodtrycksfall vid eventuell Protamin injektionen.

Avslut/Postoperativt

- Stäm av postoperativa blodtrycksmål med interventionisten.
- Sängläge med 30 grader höjd huvudända i 8 timmar efter stent eller enl. ordination.
- Patienten får inte böja höftleden där artärpunktion gjordes under 4 timmar.
- Patient postoperativt till Neuro 4 (E11).

5.2 Endovaskulär intervention av AVM, durafistlar (AVF) och kärlrika tumörer

(GA + intub + artärkateter + KAD)

Allmänt

AVM och durafistlar är arteriovenösa shuntar där tillförande artären shuntar blodet förbi kapillärträdet direkt till vensidan, utan att hjärnvävnaden försörjs. Endovaskulärt åtgärdas detta genom ocklusion av tillförande artärer (feeders) för att på så sätt stänga shunten. Detta ingrepp kan ibland behövas göras i flera seanser för att successivt stänga tillflödet. I sällsynta fall kan flödet genom en högflödeshunt behöva styras systemiskt via sänkning av SAP, då till omkring 60-80 mmHg. Akuta behandlingar kan komma att behöva Betapred® 4-8 mg iv då embolisatet är vävnadsretande och därför kan ge smärtor.

Preoperativ utredning/förberedelser

Se: [Ligering av aneurysm sida 12](#)

Intraoperativt

Se: [Ligering av aneurysm sida 13](#)

Avslut/Postoperativt

Se: [Ligering av aneurysm sida 14](#)

5.3 Lokal vasospasmbehandling (spasmolys)

(GA + intub + artärkateter alt LA + sedering)

Allmänt

Cerebral vasospasm är en vanlig komplikation efter subarachnoidalblödningar och är en följd av störd autoregulation orsakad av subarachnoidalt blod. Patofysiologin är inte klarlagd men tros till del bero på en störd NO/endotelinbalans där blodet sannolikt konsumerar NO. Risken kan relateras till bland annat blodmängd subarachnoidalt och aneurysmläge. Risken för spasm är störst 4-10 dagar efter blödningen och kvarstår därefter i ytterligare 1- 2 veckor. Vid vasospasmbehandling används intrakraniella katetrar för att administrera Nimodipin. Metoden kan beroende på spasmutbredning kombineras med PTA via ballong eller temporärt stent, ingreppet sker då i generell anestesi.

Definition av vasospasm:

- Angiografisk spasm, där en reduktion av det cerebrala blodkärlets diameter visualiseras under angiografi.
- Symtomatisk spasm, där den kliniska bilden, efter uteslutande av andra orsaker, talar för cerebral ischemi till följd av lokalt minskat cerebralt blodflöde.
- TCD: Hastighet över MCA och Lindegaard-index = Mild vasospasm: 120-160 cm/sec & Li >3. Måttlig vasospasm: 160-200 cm/sec & Li >4. Kritisk vasospasm >200 cm/sec & Li >5

Profylaxbehandling av spasm

- Nimotop® (inf 0,2 mg/ml måldos 10 ml/h alt tablett 60 mg x6)
- Vasopressorinducerad hypertension.
- Följ Neurostatus, TCD.
- Angiografi vid klinisk försämring med ställningstagande till spasmodys.

Preoperativa utredning/förberedelser

Standardpatienten som behandlas med spasmodys på angiolab är inlagd på IVA, ofta sövda och intuberade med ventrikeldränage och ICP-mätning. I de fall patienten är vaken och medgörlig kan spasmodys genomföras i LA med eventuell sedering.

Intraoperativt

Om vaken patient genomförs induktion som vid ligering av aneurysm [se sida 13](#)

- Blodtrycksmål bestäms i samråd med interventionist men ett riktmärke är CPP >60 mmHg. Vanligt att patient har vasopressorinducerad hypertension varför CPP-målet kan vara betydligt högre.
- Infusionshastighet av Nimodipin ia styrs av systemparametrar som CPP, SAP, ICP och SaO₂ >95%, då höga doser av Nimodipin kan inducera pulmonell shuntning.

Underhåll:

- Underhållsanestesi med Remifentanil (0,1 ug/kg/min), Sevofluran (0,8 MAC).
- Normoventilation (PaCO₂ 4,6-5.0 mmHg)
- Noradrenalininfusion bör ökas inför den lokala Nimodipinbehandlingen för att motverka blodtryckssänkning.

Postoperativt

Majoriteten av patienterna återförs sövda och intuberad till NIVA.

5.4 Endovaskulär trombektomi

(1:a LA + sedering + KAD alt 2:a GA + intub + artärnål + KAD)

Allmänt

Anestesiologiskt är huvuduppgiften att minimera tiden från beslut om endovaskulär behandling till trombektomi samt upprätthålla optimalt blodtryck för att minska cerebral ischemi. Om generell anestesi påkallas, som för intrakraniell PTA, stentning eller motoriskt oroliga patienter, ska induktion ske vid bibehållet SAP >120 mmHg, då hjärnans kollateralersörjning till ischemiområdet är beroende av gott perfusionstryck.

Flödesschema för trombektomi patienter jourtid:

HASTA-jouren (76100) kontaktar Neuroanestesi ssk (71490)

↓

Neuroanestesi-ssk kontaktar Neuroanestesi-jour (71494)

↓

Möts upp med Neurointerventionsjour på Neuro-CT /Angiolab 6 (plan B4) för bedömning samt ställningstagande till sedering alt sövning.

Neurointerventionsjour och angiosjuksköterska har 30 min beredskap i hemmet under jourtid. Förberedelser för trombektomi må startas efter beslut av neurolog- eller HASTA jour.

Preoperativa utredning/förberedelser

- Fokusera på att ta ett adekvat GCS, inspektera luftvägen samt bedöm patienten hemodynamiskt.

Intraoperativt

Val av anestesi:

- Vanligen genomförs trombektomi i LA och sedering med (25-50 mikrogram) för att minimera tid till behandlingsstart. Vidare ges Ondansetron 4-8 mg iv innan opstart.
- Vid medvetandesänkning i kombination med illamående/kräkningar eller en ej medgörlig patient väljs generell anestesi. Induktion som akut neurotrauma, [se sida 9](#). Fokus på att undvika blodtryckssänkning under generell anestesi.

Blodtryck:

- Mål SAP 140-185 mmHg, men initialt kan högre blodtryck accepteras om ej trombolys
- Noradrenalininfusion om SAP <140 mmHg
- Diskutera med interventionist innan påbörjande av behandling med Trandate och/eller Nephresol under pågående endovaskulär behandling.

Postoperativt

- Sängläge med 30 grader höjd huvudända i 12 timmar efter trombektomi och 8 timmar efter stent eller enl. ordination.
- Patienten får inte böja höftleden där artärpunktion gjordes under 4 timmar.
- Vaken patient postoperativt till Neuro 1 (B10:11), tfn. 76110 (strokeledningssk).
- Om patienten förväntas behöva NIVA vård kontaktas i god tid NIVA-läkare på tfn. 79191 dagtid och 71494 jourtid.

5.5 Stentar extrakraniellt

(LA + sedering + Artärkateter + KAD)

Allmänt

Extrakraniella stentar anläggs vid dissektioner, stenoser eller för att täcka embolikällor i halskärlen, vanligast i carotisbifurkationen.

Intraoperativt

Genomförs med vaken patient i lokalanestesi.

- Stäm av intraoperativt blodtrycksmål med interventionist.
- Stentanläggning i a carotis ger en kärldilatation vilket aktiverar baroreceptorer i sinus caroticus som kan resultera i bradykardi. Därav rekommenderas Glykopyrron (Robinul®) 0,2 mg iv några minuter innan stentet anläggs.

- Kärldilatationsorsakad bradykardi vid anläggning av stent går vanligen över. Atropin kan övervägas vid svårhävd bradykardi/asystoliepisod men beakta risken för intrakraniell hypertension.

Koagulation

Vid akut stentning utan föregående peroral dubbel antiaggregantiabehandling påkallas intravenös antiaggregantiabehandling, vanligen ASA och Eptifibatid (Integrilin®):

- ASA 500 mg iv innan stentet lagts, ges vanligen på ordination av interventionist.
- Eptifibatid (Integrilin®) viktkorrelerad bolusdos 2 mg/ml, separat schema när stentet lagts på ordination av operatör, följs av viktkorrelerad underhållsdos 0.75 mg/ml, separat schema.
- Selektiva fall med fullgod flödesbild efter stentning och/eller vid kända intrakraniella infarkter med postoperativ blödningsrisk, kan klara sig utan Eptifibatid (Integrilin®), kommande underhållsdos ASA ökas då till 150-300 mg dagligen.
- ASA och Integrilin® tillhandahålls av personalen på angiolab.

Postoperativt

- Stäm av postoperativa blodtrycksmål med interventionisten. Vanligen SAP<140 eller SAP<110.
- Sängläge med 30 grader höjd huvudända i 8 timmar efter stent eller enl. ordination.
- Patienten får inte böja höftleden där artärpunktion gjordes under 4 timmar.
- Patient postoperativt till Neuro 4 (E11).

Tumörkirurgi

- Tumörectirpation/resektion (GA + intub + artärkateter + KAD)
- Stereotaktisk biopsi (LA / sedering)
- Hypofyskirurgi (GA + intub + artärkateter + timdiures)
- Vakenkirurgi (TIVA/TCI + LM + artärkateter + KAD)
- LITT-behandling (TIVA/TCI + intub + artärkateter + KAD ej tempmätning)
- Neurofysiologisk monitorering (TIVA/TCI + Intub + artärkateter + KAD)

6.1 Allmänt hjärntumörer

Tumörkirurgin inom det neurokirurgiska fältet är extremt heterogen. Faktorer som kirurgisk komplexitet, knivtid, patienternas ålder och komobiditeter, grad av symtom, tid från diagnos till operation, intrakraniellt tryck/inklänningsrisk och prognos varierar kraftigt i denna grupp. I Sverige diagnostiseras ungefär 1 400 personer varje år med en primär tumör i hjärnan eller ryggmärgen och på NKS opereras ca 300 CNS-tumör per år.

Indelning av tumörer

Det finns ett antal olika sätt att klassificera och beskriva CNS-tumörer. Nedan följer en kortare sammanfattning av de vanligaste indelningarna:

- *WHO-klassifikationen* baseras på histopatologi och malignitetsgrad från grad I (benigna celler) till grad IV (högmalign tumör).
- *Vävnadstyp*, klassificerar tumören utifrån initiala vävnadstyp och subgruppering utifrån cellulärt ursprung, exempelvis gliom subgrupperas i astrocytom och ependymom.
- *Anatomisk lokalisering*, exempelvis bakre skallgroppsmeningeom eller acusticusneurinom. Vid beskrivning av tumörer i CNS-medellinjen åsyftas centrala delar som talamus, hjärnstam och ryggmärgen.
- *Intraaxial eller extraaxial*, beskriver om tumören utgår från hjärnvävnad (intraaxial) eller stödjevävnad (extraaxial).
- Tumören kan även beskrivas utifrån radiologiska fynd exempelvis *kontrastuppladdning*. Kontrastladdande tumörer växer snabbt och aggressivt och icke kontrastladdande tumörer är ofta lågmaligna och växer långsamt.

Vanliga hjärntumörer

Nedan följer en kort summering av de vanligaste CNS-tumörerna.

Gliom (45%)

Är den vanligaste CNS-tumörerna bland vuxna och delas in i astrocytom (WHO Grad I-IV), oligodendrogliom (Gr II-III), oligoastrogliom (Gr II-III), glioblastom (Gr IV) samt ependymom och kolloidcystor. Hälften av gliomen utgörs av högmaligna glioblastom. Majoriteten av Gliomen är lokaliserade i storbjörns-hemisfärerna. Ependymomen växer ofta i medellinjen och kolloidcystorna förekommer framför allt i foramen Monroi.

Meningeom (15%)

Den vanligaste och ofta benigna tumören, växer långsamt och är välavgränsad med bred anläggningsyta mot dura mater. Växetsättet gör att meningeomen kan bli mycket stora innan de ger symtom. Operationsindikation är progress av neurologisk symtom, stora tumörer (>3 cm), hjärnödeme eller uppenbar radiologisk progress. Meningeomen har rik kärlförsörjning via durala

artärer från carotis externa varför preoperativ embolisering kan bli aktuellt. Små tumörrester eller recidiv (<3 cm) behandlas med gammakniv.

Metastaser i CNS (15%)

Vanligen från bröst-, hud- och lungcancer (50%) men även GI-cancer och njurcancer. I ca 5-10% okänd primärtumör. Metastaserna är oftast lokaliserade till storhjärnshemisfärerna.

Huvuddelen opereras men vid flera små (<3 cm) metastaser behandlas det vanligen med gammakniven.

Hypofystumörer (10%)

Hypofysen är belägen i sella turcica och består av adenohipofysen (utsöndrar GH, ACTH, TSH, FSH, LH och prolaktin) och neurohypofysen (utsöndrar oxytocin och ADH). Hypofysadenom utvecklas från adenohipofysen och utgår antingen från hormonproducerande celler som förorsakar hyperfunktion eller från icke hormonproducerande celler som ger trycksymtom och hypofunktion.

Neurinom (schwannom) (10%)

Välavgränsade och långsamt växande. Utgår från schwanncellerna i kranialnerverna. Ofta utgår de från CN VIII, s.k. "akustikusneurinom". Men neurinom är även de vanligaste tumörerna i bakre skallgropens övre del s.k. ponsvinkelntumörer. Mindre tumörer (<3 cm) behandlas med stereotaktisk strålning. Större tumörer kräver kirurgisk extirpation. Antingen suboccipital väg för hörselbevarande kirurgi eller Translabyrinthär metod (tillsammans med ÖNH) via mastoidutskottet vilket ger ökade möjligheter att bevara n.facialis på bekostnad av att hörseln offras. Intraoperativt används ofta n.facialis stimulering för att undvika nervskada.

Övriga (5%)

Exempelvis hemangioblastom som är en benign tumör och är den vanligaste primära cerebellära tumören hos vuxna. 10% av hemangioblastomen återfinns dock supratentoriellt och den förekommer även i hjärnstam och ryggmärg. Behandlingen är kirurgisk och eftersom den är välavgränsad är den möjlig att radikalexstirpera.

Spinala tumörer

Indelas i extra- och intradurala tumörer och de senare indelas i sin tur i extra-och intramedullära. Metastaser utgör majoriteten av de extradurala tumörerna och är vanligast i brösttryggraden. Primära tumörer utgörs framförallt av multipelt myelom, sarkom, kordom, osteokondrom, osteoblastom, hemangiom och aneurysmala bencystor. Även extradurala tumörer kan ge upphov till kompression av ryggmärgen och kräver då akut åtgärd. De Intradurala - extramedullära tumörer utgörs ffa av meningeom och neurinom. Dessa är långsamt växande och ger således långsamt progredierande medullär påverkan med efterföljande symtom beroende på kompressionsgraden. Intradurala - intramedullära tumörer utgörs ffa av astrocytom och ependymom (60-70%) men även hemangioblastom, kavernom och lipom. Dessa ger segmentell känselnedsättning följt av progredierande långa-bansymtom (spasticitet, stegrade reflexer, pos Babinski)

6.2 Tumörexstirpation/resektion

(GA + intub + artärkateter + KAD)

Preoperativ utredning/förberedelser

Då intrakraniell tumörkirurgi innefattar en mycket heterogen patientgrupp så skiljer sig ofta tiden för preoperativ utredning och förberedelser avsevärt. Vid maligna tumörer är tiden från radiologisk diagnos till operation mycket kort oftast under 2 veckor.

- NK ansvarar för att dokumentera preoperativt neurostatus.
- Skilj på bortfallssymtom (talstörning, koordinationsrubbnings samt syn och motorpåverkan) och tecken på stegrat intrakraniellt tryck (progredierande huvudvärk, illamående/kräkningar, synfenomen exempelvis dubbelseende, eller sänkt medvetande).
- Patienten kan, förutom ovanstående, också insjukna med mer diffusa symtom som personlighetsförändringar vid exempelvis stora frontala tumörer.
- Symtomen är ofta långsamt progredierande men kan vid exempelvis en blödning i tumören uppträda akut.
- Epilepsi tarda är det vanligaste debutsymtomet vid supratentoriella tumörer och som regel är dessa patienter insatta på antiepileptiska läkemedel (Keppra 250-1000 mg x2)
- Majoriteten av patienterna är insatta på kortisonbehandling med betametason (Betapred 8 mg x2) för att minska tumörrelaterade ödem.
- Patienter med centrala tumörer och påverkan på 3:e eller 4:e ventrikeln kan utveckla akut obstruktiv hydrocephalus som kräver avlastning med V-drän eller VCS inför primärkirugi. ([se även avsnitt hydrocephalus](#))
- Patienter med primär hjärntumör och ryggmärgstumör löper ökad risk för venös tromboembolism, särskilt postoperativt. Konstaterad djup ventrombos och lungemboli behandlas med lågmolekylärt heparin i standarddos även om detta sannolikt medför en ökad risk för blödning i tumören. Behandling ordineras av NK i samråd med koagulationsspecialist.
- Den perioperativa blödningsrisken måste värderas utifrån tumörtyp och lokalisering. Generellt så är transfusionskrävande blödningar ovanliga men kirurgi av tumörer som växer i nära anslutning till venösa sinus (i synnerhet meningiom) kan orsaka rikliga och ibland svårkontrollerade blödningar.
- Anxiolytika med T Oxascand® (5-15 mg) ordineras liberalt, dock ej till medvetandesänkta patienter.
- Vid mycket hög risk för PONV (exempelvis op av Vestibularisschwannom), ges även T Postafen 25 mg preoperativt

Gliolan

Gliolan (5-aminolevulinsyra) används för fluorescensvägledad tumörresektion av maligna gliom (WHO-grad III och IV) hos vuxna patienter. Gliolan ordineras av ansvarig NK i dosen 20 mg/kg och administreras som oral lösning på vårdavdelning preoperativt. Observera att tidpunkten för administrering (0,5-2 timmar före anestesi) är mycket viktig varför nogsam kontakt med ansvarig ssk på vårdavdelning är nödvändig vid kirurgi planerad till eftermiddagen. Kända preoperativa biverkningar är hypotension, illamående och hudreaktioner (fototoxicitet). Postoperativt kan förhöjda levervärden (Gamma-GT, transaminaser och amylas) noteras och patienten bör ej ordineras andra fototoxiska läkemedel (exempelvis tetracykliner, sulfonamider, fluoroquinoloner)

Intraoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4](#).

- Beakta att alla intrakraniella tumörer medför masseffekt (tumörmassa + peritumoralt ödem) vilket ger minskad intrakraniell compliance och risk för snabbt stigande ICP. Vidare är autoregulationen ofta störd varför cerebrala blodflödet påverkas direkt av systemblodtrycket.
- Följ B-glukos. Majoriteten av patienterna är insatta på högdos betametason (8 mg x2) med ökad risk för hyperglykemi >10 mmol vilket kan ge lokal laktatstegring, försurande miljö och förvärra en ischemisk skada.
- Vid sinusnära kirurgi skall extra uppmärksamhet läggas på att detektera misstänkt luftembolisering (ETCO₂↓, SO₂↓, hackhosta) [se även avsnitt luftembolier sida 51](#).

Avslut/Postoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 6](#).

- Iakttag viss restriktivitet avseende långverkande sederande läkemedel för att optimera postoperativt neurologisk bedömning
- Kontakta NK om patienten ej vaknar adekvat. Blödning? EP?
- Postop blodtrycksgränser ordinerar av NK. Generellt SAP <180 mmHg.
- I normalfallet sker postoperativ vård på Neuro 4/NIMA (E11). Vid långvarig kirurgi (>6 h) bör fördröjd extubation på NIVA (E4) övervägas ([se även avsnitt pharyngeal svullnad sida 49](#)).
- NK ordinerar postoperativ kortisonbehandling. I det fall den postoperativ vård genomförs på NIVA ordinerar ansvarig anestesilog, i Clinisoft, den av NK önskade kortisonbehandlingen

6.3 Stereotaktisk biopsi

(LA / sedering)

Allmänt

Biopsi är i första hand avsedd för att ge diagnos när nyttan med tumörresektion sammantaget inte bedöms överstiga riskerna, exempelvis när patienten är äldre, har andra begränsande sjukdomar eller har en tumör med multifokalt och övergripande växtsätt. Biopsi kan också vara ett alternativ vid en känslig tumörlokalisering (t.ex. hjärnstam, basala ganglier, talamus och funktionsbärande områden). Biopsi är inte ett komplikationsfritt ingrepp och bör endast göras om resultatet bedöms vara väsentligt för valet av behandling.

Preoperativ utredning/förberedelser

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4](#).

Anxiolytika ordinerar liberalt

Intraoperativt

Stereotaktisk ram sätts på vårdavdelning, därefter utförs DT och sedan vidare till operation. Alternativt kan ramen sättas på operationssal och DT genomförs med O-arm. Biopsin tas med en tunn nål via ett borrhål i skallbenet. Ingreppet genomförs oftast vaket i LA + vb sedering. Patienten kan uppleva visst obehag vid trepanering av skallbenet samt när duran passeras.

Postoperativt

Vanligtvis genomförs postoperativ vård på avdelning (Neuro 4/NIMA). DT kontroll görs inom 3 timmar efter ingreppet. Allvarlig symptomgivande blödning är ovanlig (<1%)

6.4 Hypofyskirurgi

(GA + intub + artärkateter + Timdiures)

Allmänt

Hypofysadenom utvecklas från adenohipofysen och utgår antingen från hormonproducerande celler vilket orsakar hyperfunktion eller från icke hormonproducerande celler vilket ger trycksymtom och hypofunktion.

Symtomen beror i stor utsträckning av vilken typ av hormon som utsöndras eller inte utsöndras. Närheten till synnervskorsningen gör att det ofta förekommer synfältsbortfall. Hypofystumörer ger sällan upphov till tecken på högt ICP eftersom tumörväxten begränsas av diafragma sellae. Stora tumörer kan dock växa bredvid (parasellära) eller ovanför (suprasellära) och därmed skada basala hjärndelar samt komprimera 3:e ventrikeln och ge upphov till hydrocephalus. Ett annat ovanligt symptom är kraftig och plötslig huvudvärk som kan uppträda vid spontan blödning eller infarkt i tumören.

Prolaktinom är den vanligaste typen av hypofysadenom och primärbehandling av dessa är farmakologisk med dopaminagonister (oftast bromokriptin). Övriga hypofysadenom behandlas primärt kirurgiskt och majoriteten opereras transsfenoidalt och endast ett fåtal kräver transkranieell approach. Blödningsrisken är generellt låg men bör beaktas pga. närheten till a carotis samt sinus cavernosus. En välavgränsad adenomrest kan postoperativt också behandlas med gammakniv.

Preoperativ utredning/förberedelser

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4.](#)

- Vid preanestesibedömning av patienter med hypofystumörer beakta den endokrina hyper- eller hypofunktionen.
- Hög risk för PONV, överväg T Postafen® 25 mg preoperativt.

Nedan följer de viktigaste anesthesiologiska aspekterna:

- GH-producerande adenom ger upphov till akromegali med karakteristisk tillväxt av ansiktsskelett, händer och fötter. Fokus i luftvägsbedömningen bör vara på graden av makroglossi samt mandibel- och uvulahypertrofi. Vidare är det även vanligt med hypertrofi av epiglottis och plica aryepiglottica vilket skapar förutsättningar för trånga intubationsförhållanden. Preoperativ utredning med fiberoptisk laryngoskopi kan därför övervägas. Förutom svår intubation så kan de akromegala patienterna vara svåra att ventilera på mask och en majoritet har en uttalad OSAS. Postoperativt är NIV och övertrycksventilation på mask kontraindicerat med anledning av kirurgin (risk för intrakraniell luft). Vanliga medicinska komplikationer innefattar hypertoni, hjärtpåverkan (arytmier, VK-hypertrofi/svikt mm) samt diabetes mellitus. Således EKG och EKO på vid indikation.

- ACTH-producerande adenom ger upphov till Cushings sjukdom. Vanligt med snabb viktuppgång och efterföljande OSAS samt hypertoni och diabetes mellitus. Överväg EKO vid suboptimalt behandlad hypertoni och/eller låg funktionsgrad. Vidare bör noteras att dessa patienter kan uppvisa såväl ökad trombosbenägenhet som blödningsstendens.
- TSH-producerande adenom är extremt ovanliga däremot viktigt att eventuell hyperthyreos är medicinskt välbehandlad (somatostatinanalog, thyreostatika, betablockad).
- Hypofysinsufficiens orsakas oftast av större adenom. Hormonutsöndringen drabbas i olika grad, vanligen drabbas först produktionen av GH och därefter FSH/LH, ACTH och TSH. Substitutionsbehandling ordineras av endokrinolog men viktigt att det även finns en plan för perioperativ glukokortikoidsubstitution (enligt särskilt PM).

Induktion/underhåll

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4](#), samt [tumörresektion sida 25](#).

- Tuben tejpas i vänster mungipa och bitblock används ej för att inte störa kirurgen.
- V-sond nedlägges, svalgpack används ej.
- Alla patienter skall ha KAD med mätning av timdiures för att snabbt kunna identifiera en uppseglade diabetes insipidus. Vid stora urinmängder (>300 ml/h), överväg behandling med desmopressin (Minirin), vanlig startdos 0,25 mikrogram iv. Observera att desmopressinbehandling kan sänka S-Na varför täta blodgaser med observans på el-status är indicerat.
- Cortisonschema ordineras av NK

Avslut/Postoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 6](#), samt [tumörresektion sida 25](#).

- Viktigt med noggrann rensugning av pharynx då blod lätt ansamlas här.
- PONV är relativt vanligt och profylax bör ordineras liberalt.
- Kontrollera att plan för endokrin substitutionsbehandling finns ordinerad.
- Postop sker på NIMA/Neuro 4. Vid behov av luftvägs-obs sker postoperativ vård på B6/B7.
- NIV postoperativt kontraindicerat med anledning av kirurgen (risk för intrakraniell luft).

6.5 Vakenkirurgi

(TIVA/TCI + LM + artärkateter + KAD)

Allmänt

Vakenkirurgi kan övervägas vid supratentoriell tumörkirurgi för att möjliggöra intraoperativ övervakning av patientens språkliga och motoriska funktioner. Detta används framförallt vid lågmaligna gliom pga. deras diffusa växtsätt med successiv övergång i normal hjärnvävnad. Förutom en mer skonsam kirurgi (med bevarande av språkliga och motoriska funktioner) så innebär metoden troligtvis att en bättre resektion av tumören kan genomföras eftersom kirurgen fortlöpande kan monitorera effekterna av resektionen.

Patienten sövs för att motverka smärta och obehag när Mayfieldstöd sätts fast och när skallbenet borras och benplattan tas bort. Hjärnkirurgin gör inte ont men duran är smärtekänslig, likaså hjärnans artärer, som är innerverade.

Preoperativ utredning/förberedelser

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4](#), samt [tumörresektion sida 24](#).

- Patienter aktuella för vakenkirurgi selekteras nogsamt av ansvarig NK samt anestesilog.
- Patienter med förväntat svår luftväg, grav OSAS eller ej bedöms kunna medverka adekvat under vakenhetsfasen är ej lämpliga för vakenkirurgi.
- Patienten bör vara motiverad och noggrant informerad om samtliga steg i proceduren.
- Patienten skall vara helt fastande från midnatt.
- Ingen extra anxiolytika ges per os.
- Skall ordinerars T Omeprazol (20 mg), T Paracetamol (1 g), Betapred samt antiepileptiska medicinering.

Intraoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4](#), samt [tumörresektion sida 25](#).

Positionering:

- Patienten placeras ryggläge med benen upplagda på benkudde. Patienten ska ligga bekvämt innan anestesi påbörjas.
- Strax innan induktion informera återigen patienten om vad som sker vid väckning
- Artärnål och PVK placeras på samma sida som tumörlokaliseringen (dvs ej den sida som neurofys skall använda).
- Efter induktion kilkudde under ena axeln och armbord bilateralt.

Induktion:

- Inför sövning skall patienten återigen få information om vad som sker vid intraoperativ väckning (huvudet fixerat, anestesilog avlägsnar larynxmask, syrgasgrimpa i näsan, KAD placerad)
- Induktion sker med TCI-modus Propofol (Marsh - Ce: 6-8 mikrogram/ml) och Remifentanil (Ce: 6-8 nanogram/ml)
- Notera nivå (Ce-värdet) när patienten somnar.
- Luftvägen skyddas med Larynxmask (Ambu Auragain). V-sond placeras via larynxmask.
- Sätt näsgrimpa inför vakenhetsfasen
- Normoventilation och blodgas tas efter 20 min stabil ventilation.

Vakenhetsfas:

- Inför intraoperativ väckning ges Ondansetron iv (8 mg) samt Pro-Epanutin iv i halv laddningsdos (5 mg FE/kg blandas i 100 ml NaCl, ges på 20 min).
- När kirurgen bedömer att patienten ska väckas så sänks Propofol- respektive Remifentanilinfusionen till 0 mikrogram/ml respektive 0 nanogram/ml så att patientens Ce-värde kan ses på displayen.
- Sug upp ev. maginnehåll och avlägsna sedan V-sonden.
- Tystnad på salen viktig under uppvakningsfasen.
- Anestesilogen sitter i patientens synfält. När patienten vaknar be patienten öppna munnen och ta ut larynxmasken. Patienten ska inte hosta. Sök omgående kontakt med patienten och tala lugnande. Tala om vem du är och berätta att huvudet är fixerat, samt var patienten befinner sig.
- Ge syrgas 2 liter/minut på näsgrimpa.
- Vid god kontakt och säkerställd fri luftväg tar logoped över kommunikationen och sitter sedan i patientens synfält under hela vakenhetsfasen.

- Observera att Propofol initialt har påverkan på patienten, se Ce-värdet på pumpen.
- Efter etablerad vaken patient startar mappning och tumörkirurgi där NK elektriskt stimulerar hjärnan samtidigt som logopeden visar bilder som patienten benämner. Mappning och tumörkirurgin under vakenhetsfasen varar i 60 – max 90 minuter.
- Vid kramp spolas iskall Ringerlösning över hjärnan. Propofol ska finnas uppdraget för att kunna ges iv vid fortsatt kramp.
- Om svårkuperad smärta under vakenhetsfasen kan ev. lågdos Remifentanilinfusion startas.

Avslut/Postoperativt

- Efter avslutad tumörresektion bedöms huruvida patienten klarar att genomgå stängningsfas under sedering. I annat fall preoxygeneras och sövs patienten och larynxmask placeras.
- Väckning sker när hela operationen är avslutad och Mayfieldstöd avlägsnats. Protokoll för vakenkirurgi lämnas till Dr Tomas Majing

6.6 LITT-behandling (Laser inducerad termal terapi)

(TIVA/TCI + intub + artärkateter + KAD utan tempmätning)

Allmänt

En kateter som med distal laserteknik alstrar värme förs in stereotaktiskt på operationssal. Läget kontrolleras med O-arm och patienten tas sedan ner till MR-lab där en speciell utrustning som via magnetkameran detekterar alstrad temperatur vid kateterns distala ände. Man kan med denna metod behandla tumörer och epileptiska fokus som är svåråtkomliga med sedvanlig öppen kirurgi.

Induktion och underhåll

- Kontrollera att det finns en ifylld MR-checklista för den aktuella patienten innan sövning
- Induktion med TIVA (Propofol och Remifentanil i TCI-modus).
- En Foleykateter utan tempmätning sätts pga. MR, temperaturen kontrolleras via örontemp.
- Efter kateterns läge konfirmerats och accepterats tas stereotaktiska ramen bort på operationssal. NK ansvarar för kateterns läge under transport till MR.

Avslut/Postoperativt

Patienten tas in till förberedelserummet på MR. Katetern i huvudet avlägsnas av NK och hålet sutureras.

- Kontakta NK om patienten ej vaknar adekvat. Blödning? EP?
- Postoperativ blodtrycksgräns ordinerar av NK. Generellt SAP <180 mmHg.
- I normalfallet genomförs postoperativ vård på Neuro 4/NIMA.

6.7 Neurofysiologisk monitorering

(TIVA/TCI + Intub + artärkateter + KAD)

Allmänt

För att nå maximal säker tumörresektion används ibland intraoperativ neurofysiologisk monitorering för att kartlägga funktionsbärande områden och undvika permanenta nervskador. De vanligaste indikationerna för perioperativ neurofysiologisk monitorering inom neurokirurgin innefattar ingrepp på ryggmärg och nervrötter, operationer involverande motoriska/sensoriska cortex och hjärnstam, samt acusticus-neurinom.

Neurofysiologiska principer:

- SEP (sensory evoked potentials) registrerar EEG-svar i anslutning till olika typer av perifer stimulering. Därigenom får man en bild av impulsöverledningen från perifera nervsystemet in mot cortex.
- MEP (motor evoked potentials) syftar till att bedöma funktionen hos motoriska neuronala banor. Motorfunktionen anses vara viktigare än den sensoriska, och måste därför monitoreras vid riskabla ingrepp. Metoden fungerar på ett liknande sätt som SEP, fast man stimulerar motorcortex, och registrerar signal antingen på spinal nivå eller i perifera nerver/muskler. Motorcortex kan stimuleras genom kutana elektroder placerade ovanför cortex, eller genom magnetiska impulser. Elektrisk stimulering är obehaglig för patienten, och används enbart på sövda patienter.

Effekter av anestesi:

Alla förändringar i den cerebrala och globala fysiologin kommer också att påverka den neurofysiologiska monitoreringen. Det är således av yttersta vikt att behålla en så **jämn** fysiologi som möjligt, särskilt under de mest kritiska kirurgiska momenten där en förändrad SEP/MEP-bild kan ge felaktiga signaler till operatören och leda till oönskade konsekvenser. Variabler som påverkar mätningen och som således behöver kontrolleras är:

- Koncentration av anestesiläkemedel (viktigt att komma upp i steady state).
- Ventilation (stabilt pO₂ samt pCO₂).
- Blodtryck (indirekt påverkan via cerebrala perfusionen, uttalat vid störd autoregulation).
- Hb (särskilt uttalad anemi).
- Temperatur (eftersträva 36 grader C).

Av anestesiläkemedelena har anestesigaserna störst (depressiv) effekt på SEP/MEP varför dessa ej skall användas. Propofol sänker amplitud i cortikala svar samt förlänger latens i hjärnstamssvaret. Det är extra viktigt att följa en steady-state anestesi med Propofol, med tanke på den korta halveringstiden och snabbt övergående effekter på SEP/MEP. Opiater har en lindrig effekt på SEP/MEP, och kan användas utan begränsningar, förutsatt att steady-state eftersträvas. Bensodiazepiner har en lindrig depressiv effekt på evoked potentials, och kan användas i kombination med andra intravenösa medel. Ketamin har en minimal och dessutom "felriktad" effekt på evoked potentials, d.v.s. ökar amplitud av signaler, både i cortex och spinalt. Ketamin kan användas tillsammans med SEP/MEP, gärna i kombination med opiat och midazolam. Barbiturater har depressiv effekt på evoked potentials, framförallt på cortex. Bolusdoser skall undvikas pga. lång redistributionstid. Kontinuerlig infusion ger förvisso en bra steady-state men

har andra uppenbara bieffekter. Muskelrelaxantia har ingen direkt effekt på SEP men omöjliggör naturligtvis perifer monitorering vid MEP

Preoperativ utredning/förberedelser

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4](#), samt [tumörresektion sid 24](#).

- Kontrollera med NK alt ansvarig personal från neurofysiologen vilka extremiteter som skall användas. PVK och artärnål sätts i de extremiteter som ej används.

Induktion/underhåll

- TIVA med Propofol och Remifentanyl i TCI-modus. Då intubation kan ske utan muskelrelax används Remifentanyl >2 mikrogram/kg för goda intubationsförhållanden. Om TOF-mätning visar residual muskelrelaxering vid MEP-start kan Sugammadex (Bridion®) ges.
- Noradrenalininfusion startas i lågdos (0,02 µg/kg/min) i samband med induktion.
- Efter intubation placeras specialbitblock.
- Eftersträva en så jämn anestesi som möjligt under SEP/MEP-monitoreringen. Titra anestesiläkemedel, vasoaktiva läkemedel och iv-volym nogsamt efter induktion. Undvik bolusdoser.

Avslut/Postoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 6](#), samt [tumörresektion sida 25](#).

- Vid all intramedullär kirurgi ses en viss neurologisk försämring initialt postoperativt (>50%), men med neurofysiologisk övervakning och modern neurokirurgisk teknik beräknas risken för signifikant och bestående neurologiskt bortfall vara mindre än 10%.

Ryggkirurgi

- Tumörkirurgi i kotor och medulla (GA + intub + artärkateter + vanligen bukläge)
- Bakre fusion (GA + intub + artärkateter + v-sond + bukläge)
- Främre fusion (GA + intub + ev. artärkateter + v-sond)
- Bakre skallgropsdekompression (GA + intub + artärkateter + v-sond + bukläge)

Allmänt

Neurokirurgerna ansvarar för all kirurgi på cervikal nivå samt kirurgi innanför duran. Frånsett främre fusioner så görs de flesta operationer i bukläge och i Mayfieldstöd. Generellt så är blödningsrisken låg och behovet av transfusioner ovanligt.

Den största delen av den neurokirurgiska ryggkirurgin sker elektivt men expansiva processer (frakturer, hematom, tumörer) med snabbt insättande och progredierande symtom bör opereras skyndsamt, (<8 timmar). Vid hög risk för nervskada kan intraoperativ neurofysiologisk monitorering vara indicerat.

7.1 Preoperativ utredning/förberedelser

Luftvägsbedömning vid kirurgi i halsryggen:

- Vid akut halsryggskirurgi görs bedömningen i samråd med ansvarig NK.
- Instabil halsrygg eller en kraftigt inskränkt extensionsförmåga skall betraktas som en potentiellt svår luftväg.
- Helhetsbedömningen av luftvägen guidar valet mellan vaken fiberintubation och intubation med videolaryngoskop. Det stora flertalet induceras och intuberas med videolaryngoskop (enl. nedan).
- Bedöm behov av stabilisering av halsryggen (in-line stabilisering) under laryngoskopi och intubation.
- Vid verifierad alt misstanke om instabil halsrygg sker all överflyttning, exempelvis från säng till operationsbord, tillsammans med ansvarig NK.
- Neurologstatus innefattande styrka, pirningar och domningar i extremiteter skall finnas dokumenterat.

Preoperativa ordinationer:

- NK ansvarar för att ordinera preoperativ smärtlindring s.k. "smärtpaket" med Paracetamol, Celecoxib (Celebra®), Gabapentin samt Targiniq®.
- Betapred 8 mg x2 ordineras av NK vid intramedullär process eller kompression av medulla med start dygnet före operation.
- Vid ökad blödningsrisk kan Tranexamsyra (Cyklokapron®) 1 g iv ges inför opstart samt ytterligare 1 g som iv infusion vid etablerad blödning.
- Vid förväntad blödning över 500 ml bör uppkoppling av Cell saver innan opstart övervägas.

7.2 Intraoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4.](#)

Induktion av instabil halsrygg:

- Innan anestesi start sker Time-out och genomgång av luftvägsplan med all inblandad personal.
- Vid förväntat svår maskventilation kan högdos Rocuronium (1 mg/kg) övervägas för att facilitera snabb övergång till laryngoskopi.

- Standardförfarandet är videolaryngoskop med hyperangulerat/kurverat blad för att minimera behov av halsryggsmanipulation men vaken fiberskop kan övervägas.
- I normalfallet används spiraltub och tillhörande mjuka ledare men stel ledare kan övervägas vid behov. V-sond nedlägges i samband med laryngoskopi.

Positionering:

- Uppläggning leds av NK för att åstadkomma optimal kirurgisk tillgång. Anestesiolog kontrollerar därefter tubläge, bitblock och tungans läge samt bedömer venöst avflöde.
- Vid bukläge kontrollera att inget ligger an mot ögon då okulär kompression kan ge bestående synskador, samt att ögonen är tejpade

Underhåll:

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 5](#).

- Ketamin-bolus (0,5 mg/kg) kan övervägas inför opstart som adjuvant smärtbehandling vid förhöjd risk för postoperativ smärta.
- Grova infarter etableras och blod beställes vid ökad blödningsrisk.
- Vid risk för spinal påverkan sätts MAP-mål i samråd med NK (vanligen >85 mmHg).
- Vid accidentell extubation i bukläge: gör ett försök att re-etablera luftväg med hjälp av LM (I-Gel).

7.3 Avslut/Postoperativt

Postoperativa ordinationer:

- Postoperativ smärtbehandling med Paracetamol, Klonidin och Morfin. Tillägg av NSAID bör övervägas efter diskussion med NK.
- PONV-profylax ordineras liberalt.

Postoperativ övervakning:

- Postoperativ övervakning sker i normalfallet på Neuro 4/NIMA, NK ansvarar för patienten. Vid behov av ökad luftvägsövervakning sker initial postoperativ vård på B6/B7, där sövande anestesiolog alt neuroanestesijour (tfn 71494) är ansvarig.
- Kirurgi i halsryggen, i synnerhet främre fixationer, kan medföra risker för mjukdelssvullnad i och kring luftvägarna. Detta kan dels vara en effekt av kirurgin med hematom och ödem i operationsområdet, dels sekundärt till pharyngeal svullnad ([se även avsnitt pharyngeal svullnad sida 49](#)).
- Vid misstanke om luftvägssvullnad bör laryngoskopi ske innan extubation för att vägleda beslut om eventuell fördröjd extubation på NIVA (E4) alternativt luftvägsobservation på B6/B7.
- Vid postoperativ blödning efter främre fixation skall operatör alternativt NK-jour kontaktas omedelbart.
- Postoperativt sker neurologisk kontroll av styrka i extremiteter samt nytillkomna pirningar, domningar och svagheter i armar och ben var fjärde timme under första dygnets vakna timmar.

7.4 Bakre skallgropsdekompresion

(GA + intub + spiraltub + artärkateter + bukläge)

Allmänt

Bakre skallgropsdekompresion utförs elektivt vid tumörkirurgi i bakre skallgropen eller vid op av s.k. Chiari-malformation (beskrivet mer i detalj nedan). Inom den akuta verksamheten sker det exempelvis i samband med hematotrymningar eller för att sänka ICP sekundärt till svullnad i bakre skallgropen. Snabb tryckstegring i cerebellum/bakre skallgropen kan leda till att lillhjärnstonsillerna hernierar ner genom foramen magnum och orsakar ett direkt tryck på hjärnstammen med apné, hjärtstopp och död som följd. Klassiska symtom på patologi i bakre skallgropen är annars illamående/kräkning (ICP-stegring) eller ataxi (cerebellär dysfunktion).

Chiari I-malformation

Vid Chiari I-malformation så är bakre skallgropen för trång och cerebellum tränger ner i spinalkanalen genom foramen magnum. Trots att tillståndet anses vara medfött så är medelåldern vid symtomdebut relativt hög (ca 40 år). Debutsymtom består oftast av smärta i övre delen av nacken och området kring bakre skallgropen. Vid mer uttalad trängsel kan balans- och koordinationspåverkan ses men även hydrocefalus och hjärnstampåverkan. Kirurgisk behandling syftar till att skapa mer utrymme för lillhjärnan i kranio-cervikal övergången. Detta åstadkoms genom en bakre skallgropsdekompresion där framför allt ben i foramen magnum avlägsnas, eventuellt i kombination med laminektomi på C1. Vanligen utför även duraplastik för att maximera utrymmet.

Preoperativ utredning/förberedelser

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4](#).

- Preoperativ neurostatus skall finnas dokumenterat
- Notera förekomst av eventuellt ödem, hydrocephalus, trängsel i foramen magnum, uncusherniering, blödningsrisk (vaskulära tumörer eller närhet till sinus transversus).
- Hög risk för PONV, överväg premedicinering med T Postafen® 25 mg.
- Notera att patienter med patologi i bakre skallgropen i kombination med ökat ICP kan vara känsliga för sederande läkemedel varför detta bör användas sparsamt preoperativt.
- Bedöm eventuellt behov av lumbaldrän hos patienter som riskerar uttalat likvorläckage efter skallbaskirurgi.

Intraoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4](#).

- Särskilt fokus bör läggas på upplägningen. Bakre skallgropsdekompresion kan kräva kraftig flexion i halsryggen vilket kan leda till venös stas och pharyngeal svullnad, [se sid 49](#).
- Beakta att kirurgi nära hjärnstammen riskerar att utlösa reflex-bradykardier, dessa upphör dock vanligtvis när kirurgiskt stimulus upphört. Beredskap för behandling med Atropin/Robinul skall finnas.
- Vid accidentell extubation i bukläge: gör ett försök att re-etablera luftväg med LM (I-Gel)

Avslut/Postoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 6](#).

- PONV-profylax ordineras liberalt.

Funktionell neurokirurgi

- Deep Brain Stimulation (LA alt GA + Intub + KAD)
- Spinal stimulering (LA alt GA + Spiraltub + artärkateter + V-sond + KAD)
- Mikrovaskulär dekompression (GA + intub + KAD)
- Ballongkompression (GA + intub + KAD)
- Baklofenpump (GA + intub + KAD)
- DREZ-lesion (GA + intub + spiraltub + artärkateter + bukläge)

Allmänt

Med "funktionell" menas den neurokirurgi som syftar till att minska symtom och/eller återställa funktion genom att inverka på ett i något avseende dysfunktionellt nervsystem. Typexempel brukar vara kirurgisk behandling av trigeminusneuralgi, epilepsikirurgi samt stereotaktisk stimulering av subkortikala strukturer (DBS).

8.1 Deep Brain Stimulation (DBS)

(GA + Intub + KAD alt LA)

DBS går ut på att operera in ett stimuleringsystem bestående av en eller två hjärnelektroder samt en impulsgenerator. Hjärnelektroderna placeras med hjälp av stereotaxi i subkortikala strukturer och förlängningssladdar tunneleras ned till impulsgeneratoren som placeras subclavikulärt. Klassiska indikationer är tremor och dyskinesier vid Parkinsons sjukdom samt essentiell tremor och dystoni. DBS används även inom behandling av tvångssyndrom (OCD), Hortons huvudvärk, epilepsi med mera. Det är en reversibel behandling vilket betyder att systemet kan inaktiveras och det inopererade systemet kan avlägsnas om så behövs.

Det absoluta flertalet av DBS operationerna görs i GA med intuberad patient. I undantagsfall genomförs dock ingreppet även vaket i LA med syftet att testa stimuleringsseffekt och möjliggöra optimering av elektrodens läge.

Preoperativ utredning/förberedelser

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4](#) samt [anestesi vid neurologiska sjukdomar sida 47](#).

- Operationsgången vid DBS är vanligen MR-undersökning med ram i narkos ett par dagar innan operation.
- Många DBS patienter har Parkinson med uttalade motorsymtom som akinesier, tremor och rigiditet. Särskilt rigiditeten ska beaktas vid luftvägsbedömning samt att risk för aspiration och laryngospasm måste värderas.
- Parkinsonpatienter har en ökad risk för OSAS, sänkt FRC och autonom dysfunktion.
- I det fall DBS-ingreppet skall ske vaket bör ofta parkinsonmedicinering sänkas, detta ordineras av neurolog. Följaktligen finns risk att patienten uppvisar mer uttalade symtom på operationsdagen jmf med vid preanestesibedömningen.
- Undvik anxiolytika preoperativt då dessa kan minska tremor och störa intraoperativ neurologisk utvärdering.

Intraoperativt

- Patienter som skall genomföra hela operation i GA sövs och intuberas enligt rutinen för intrakraniell kirurgi. Därefter sätts den stereotaktiska ramen.
- Operation sker i rygggläge halvsittande. Med tanke på operationsläget bör observans på luftemboli iakttas
- Vid vakenkirurgi genomförs ramsättning och den intraoperativa provstimuleringen vaket i LA, vilket ger en guidning av elektrodplaceringen utifrån neurologiskt svar. Sederig skall undvikas under denna fas för inte störa den neurologiska utvärderingen.
- När elektroden är på plats sövs patienten med larynxmask. Därefter sker implantation av stimulator samt tunnelering av förlängningskablar.
- V-sond nedlägges vid induktion i det fall Parkinsonmediciner skall ges perioperativt.

Avslut/Postoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4](#)

- Vid PONV ordinera Ondansetron. Metoklopramid (Primperan) samt Droperidol (Dridol) är kontraindicerat vid Parkinsons sjukdom.

8.2 Spinal Cord Stimulation (SCS)

(LA alt GA + Spiraltub + artärkateter + V-sond + KAD)

Allmänt

SCS är en kirurgisk behandling där elektrisk stimulering av ryggmärgen kan minska överföringen av smärtsignaler till hjärnan för att på detta sätt minska smärtupplevelsen. De huvudsakliga indikationerna för ryggmärgsstimulering är neuropatisk smärta orsakad av skada på nerver sekundärt till exempelvis trauma, kirurgiska ingrepp, polyneuropati, eller av okänd orsak. Även vaskulära smärtor såsom angina pectoris och smärta vid Raynauds fenomen kan svara väl på SCS.

Vanligtvis läggs en tillfällig epidural elektrod in för att under ett par veckors testperiod utvärdera behandlingseffekten. Vid gott utfall tas testelektroden bort på NK-mottagningen och en permanent elektrod opereras in som kopplas till en subkutan stimulator.

Huvuddelen av operationerna sker i LA. Undantaget är extirpation eller revision av implanterad stimuleringsutrustning vilket kan kräva GA. Elektrodimplantering via laminektomi genomförs alltid i GA.

Preoperativ utredning/förberedelser

Generellt preanestesibedöms endast patienter som skall genomgå ingrepp i GA. Undantaget är patienter som skall opereras pga. Angina Pectoris vilka alltid bedöms. Dessa patienter skall ta med egen nitrospray till operation.

Intraoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4.](#)

Avslut/Postoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 6.](#)

Operationspecifika överväganden:

- Postpunktionell huvudvärk eller likvorläckage efter accidentell durapunktion.
- Pareser i benen, kontakta operatör för bedömning.
- Bröstmärta eller arytmier hos patienter med angina.

8.3 Mikrovaskulär dekompression (MVD)

Ballongkompression

(GA + intub + KAD)

Allmänt

Trigeminusneuralgi (TN) karakteriseras av sekundkorta attacker av svår skarp smärta vilket vanligen drabbar 2:a och/eller 3:e trigeminusgrenen (n.maxillaris/n.mandibularis). Den delas in i *klassisk* samt *sekundär* TN. Vid klassisk TN går det vanligtvis att påvisa en kompression av trigeminusroten från en kärlslynga men ibland är orsaken ideopatisk. Vid sekundär TN är orsaken oftast tumör, MS-plack eller hjärnstamsinfarkt. Behandlingen är i första hand farmakologisk med karbamazepin. Om farmakologisk behandling ej räcker aktualiseras frågan om kirurgisk behandling med exempelvis MVD alternativt ballongkompression. MVD är mer invasivt men uppvisar bättre långtidsresultat varför det används hos yngre (friskare) patienter samt vid återkommande TN. MVD innebär att en Teflon-kudde placeras mellan kärlet och trigeminusroten. Detta kräver kraniotomi och medför viss blödningsrisk. Ballongkompression är en perkutan teknik där en Fogarty-kateter förs upp via foramen ovale för kompression av Ganglion Gasseri. Alla ingrepp sker i GA.

Preoperativ utredning/förberedelser

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4](#).

- Patienten skall ta sin morgondos mot trigeminussmärta (oftast karbamazepin)
- Premedicinering ges endast vb och i så fall bensodiazepiner ex. T Oxascand 5-15 mg

Intraoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4](#).

- Ge Glykopyrron (Robinul) 0,2 mg iv innan start.
- Risk för bradykardi pga. stark smärta perioperativt (trigemino-cardiac-reflex) särskilt vid ballongdilatation.
- Vid uttalad bradykardi/asystoli - ge Atropin (0,5-1 mg), öka Remifentanil och pausa kirurgisk manipulation

Postoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 6](#).

- Ansiktsfunktion (bett och sensorik) testas på NK-vårdavdelning.

8.4 Baklofenpump

(GA + intub + KAD)

Allmänt

Baklofen är en GABA B-agonist med indikation spasticitet. Intratekal administrering av Baklofen kan övervägas när oral administrering ger otillfredsställande effekt eller medför oacceptabla biverkningar. Med hjälp av en spinalkateter kopplad till en inopererad läkemedelspump kan den totala dosen av läkemedlet kraftigt reduceras.

Preoperativ utredning/förberedelser

- Fokus på respiratorisk kapacitet med tanke på postoperativt planläge.
- Muskelsvaghet och ventilationssvikt sekundärt till grundsjukdomen, behandling samt immobilisering ([se även avsnitt anestesi vid neurologisk sjukdom sida 47](#)).
- Stor andel av patienterna har ett stort omvårdnadsbehov och har personlig assistans under hela eller stora delar av dygnet.
- Nedtrappningschema för peroral Baklofen ska ordinerars av ansvarig NK alt neurolog.

Intraoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4](#).

- Ingreppen sker i GA, vanligtvis i sidoläge.

Postoperativt:

Vid ny pump/kateterbyte:

- Planläge enligt ordination, vanligtvis 36–48 timmar postoperativt.
- Risk för postpunktionell huvudvärk.
- Tecken på överdosering av Baklofen är uttalad muskelhypotoni, medvetandesänkning, yrsel och illamående. Även andningsdepression och hypotension förekommer.
- Vid överdosering: 1 Stoppa infusionen. 2 Överväg att tappa ut likvor. 3 För att häva medvetandepåverkan och andningsdepression kan fysostigmin (1-2 mg iv på 10 min) övervägas. Iaktta dock försiktighet då administreringen kan framkalla EP-anfall och bradykardi.

Vid revision av inopererade system:

- Avbrytandet av intratekal behandling med Baklofen kan orsaka ett livshotande tillstånd liknande malignt neuroleptikasyndrom. Spasticitet, parestesier och hypotension kan ge ett hyperaktivt tillstånd med kramper, hypertermi, mental påverkan och i sällsynta fall leda till multiorgansvikt.
- Behandling vid hyperaktiv tillstånd: 1) Återinsättning av intratekal Baklofen-administrering. 2) Bensodiazepin infusion. 3) Ge Dantrolen. 4) Peroral administrering av Baklofen.

8.5 Dorsal Root Entry Zone (DREZ) lesion

(GA + intub + spiraltub + artärkateter + bukläge)

Allmänt

Vid trauma (exempelvis cykel- och MC-trauma) kan patienten drabbas av skador på plexus brachialis. Nervrötternas infästning mot ryggmärgen kan då slitas av, s.k. plexusavulsion. Detta tillstånd kan, förutom förlamning i den drabbade armen, även ge svåra neuropatiska smärtor. I vissa fall kan operation med DREZ-lesion vara en sista utväg för att få bukt med svårbehandlad smärta. Operationen liknar inledningsvis operationen vid spinal intradural tumör. Bakre kotbågen sågas upp, ryggmärgshinnan öppnas i medellinjen och sedan koagulerar man försiktigt på ryggmärgen precis där de sensoriska nervrötterna slitits av. Mot slutet återsluts ryggmärgshinnan och kotbågarna skruvas tillbaka

Preoperativ utredning/förberedelser

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4.](#)

- Aktuella dygnsdoser av opioider skall dokumenteras.
- Fysioterapeut på inskrivningsmottagningen ansvarar för ett grundligt status avseende smärta, funktion och neurologi.

Intraoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4.](#)

- Ingreppen sker i bukläge (Spiraltub + V-sond).
- Smärtbehandling sker rutinmässigt med Paracetamol, Klonidin och Morfin. Tillägg av NSAID bör övervägas efter diskussion med ansvarig operatör.
- Ketamin-bolus (0,5 mg/kg) kan övervägas inför knivstart som adjuvant smärtbehandling vid hög risk för postoperativ smärta.
- PONV-profylax ordineras liberalt.
- Vid accidentell extubation i bukläge: gör ett försök att re-etablera luftväg med hjälp av LM (I-Gel)

Postoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 6.](#)

- Ansiktsfunktion (bett och sensorik) testas på NK-vårdavdelning.
- Neurostatus (styrka i extremiteter samt nytillkomna pirningar, domningar) var fjärde timme under första dygnets vakna timmar.
- Postoperativ blödning kan orsaka neurologiska bortfall (kontakta operatör/NK-jour).
- Likvorläckage kan förekomma (kontakta operatör/NK-jour).

Hydrocefalus

- V-drän (GA + intub + ev. artärkateter + KAD)
- Shunt (GA + intub + ev. artärkateter + KAD)
- VCS (GA + intub + ev. artärkateter + KAD)

Allmänt

Cerebrospinalvätska (CSF) produceras i plexus choroideus i hjärnans ventriklar och reabsorberas av arachnoidala villi till sinus sagittalis superior. Ventrikelsystemet innehåller ca 100-150 ml CSF och det nybildas ca 500 ml per dygn. Vid hydrocefalus (HC) är denna process störd vilket leder till vidgning av ventriklarna. Detta kan antingen bero på en obstruktion av likvorflödet (Icke-kommunicerande HC) eller att produktion/reabsorption av CSF är störd (Kommunicerande HC). Etiologin vid icke-kommunicerande HC kan vara medfödd (exempelvis akveduktstenos) eller förvärvad (sek till tumör eller andra expansiva processer).

Kommunicerande HC domineras (hos vuxna) av blödning (ffa SAH) och trauma. Dessa kan förvisso i akutskedet även ge upphov till en icke-kommunicerande HC. Till gruppen kommunikerande HC hör även idiopatisk normaltryckshydrocefalus (NPH) som ffa drabbar äldre och där ett normalt ICP är bevarat.

Symtomatologin vid HC är direkt korrelerad till hastigheten med vilken ventriklarna dilaterar. Ett totalt stopp av flödet eller reabsorptionen ger snabb ICP-stegring och kan leda till hastig medvetandesänkning och plötslig död.

9.1 Ventrikeldränage (V-drän)

(GA + intub + ev. artärkateter + KAD)

Allmänt:

V-drän anläggs i ett akut eller subakut skede där man önskar såväl dräneringsmöjlighet som ICP-monitorering. Typexemplet är efter trauma, ICH eller SAH med ventrikelgenombrott och obstruktiv HC. Operation sker i GA och inte sällan på ICP-instabila patienter.

Preoperativ utredning/förberedelser

Se: [kap akut neurotrauma sida 8.](#)

Intraoperativt

Se: [kap akut neurotrauma sida 9.](#)

- Notera öppningstrycket när V-dränet anläggs.
- När V-dränet är på plats så ordinerar NK dräneringsmål (ml/dygn), dräneringsmotsånd (mmHg) samt om dränet skall vara stängt eller öppet.
- Det är viktigt att V-dränet kopplas upp och funktionstestas inne på sal med NK närvarande.
- Trycksensor placeras i nivå med hörselgången (alt i nivå med huvudets mittpunkt vid sidoläge) och nollas (som ett artärtrycket). Kontrollera att det finns en pulserande tryckkurva på monitorn (stängt V-drän) alt att pulsationer finns i slangen (öppet V-drän).

- När v-drän enbart används för ICP-mätning och inte för dränering skall v-dränet vara stängt. När V-dränet är ordinerat att vara öppet så behöver det stängas i 2 minuter för att en korrekt ICP-mätning skall kunna registreras.

Postoperativt

Se: [akut neurotrauma sida 10.](#)

- V-dränet skall alltid vara stängt vid förflyttningar för att undvika accidentell överdränering.
- Vid problem med V-dränet såsom exempelvis misstänkt clot eller vid likvorläckage skall NK-jour tillkallas snarast.
- Patienter med V-drän vårdas vanligtvis på NIVA (E4) men kompetens finns även på NIMA som kan vårda i övrigt stabila patienter.

9.2 Shuntar (VA-/VP-shunt)

(GA + intub + ev. artärkateter + KAD)

Allmänt

Shuntar är inopererade system som dränerar likvor från ventriklarna till ett hålrum där den kan reabsorberas. Systemet består av en ventil som bestämmer dräneringsmotståndet samt en kateter. Den vanligaste typen är ventrikuloperitoneal shunt (VP-shunt) där katetern tunneleras från en av hjärnans sidoventriklar och ut i fri bukhåla via ventilen som placeras subkutant bakom ena örat. Vid svårigheter att anlägga VP-shunt (exempelvis efter stor bukkirurgi) kan ventrikuloatrial shunt (VA-shunt) s.k. "hjärtshunt" övervägas. Katetern tunneleras då istället ut i höger förmak via v jugularis.

Preoperativ utredning/förberedelser

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4.](#)

- Operationen är som regel elektiva och patienterna är vanligen stabila ICP-mässigt
- Obs! vid shunt dysfunktion och planerad revision så kan patienten ligga långt ut på compliance-kurvan och snabbt dekompenas. Extra vaksamhet krävs således om patienten inkommer akut med huvudvärk, illamående/kräkning eller medvetandesänkning.

Intraoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4.](#)

- Vid VP-shunt bistår ansvarig anestesilog vid nedläggande av hjärkatetern (speciellt tunneleringsset används)

Avslut/Postoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 6.](#)

9.3 Ventrikulocisternostomi (VCS)

(GA + intub + ev. artärkateter + KAD)

Allmänt

VCS utförs vid obstruktiv (icke-kommunicerande) HC på grund av stopp någonstans i likvorcirkulationen tex på grund av förträngning eller tumör. Operationen sker endoskopiskt och syftar vanligen till att åstadkomma likvorpassage mellan 3:e ventrikeln och basala cisterner. En fördel med denna metod är att inget främmande material inopereras. Patienterna är som regel stabila då symtomen ofta uppkommit över lång tid.

Preoperativ utredning/förberedelser

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4.](#)

Intraoperativ

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 4.](#)

Avslut/Postoperativt

Se: [anestesi vid elektiv intrakraniell kirurgi sida 6.](#)

Extern verksamhet

- MR
- Strålkniiven
- DT
- Pneupac VR1

Allmänt

Neuroanestesi ansvarar för ett antal externa verksamheter utanför operationsavdelningen på plan 7. Den i särklass största av dessa verksamheter är angiointervention med såväl elektiv som akut verksamhet på plan 4 (B4) ([se neuroradiologisk endovaskulär intervention sida 16](#)).

Anestesier genomförs även för MR-undersökningar i sedering eller generell anestesi på plan 4 (B4) och plan 5 (B5) samt på strålkniiven (B3). Vidare är vi behjälpliga på DT-lab på neuroröntgen (B4). Gemensamt för dessa är att man som anestesilog inte har direkt tillgång till operationsavdelningens resurser vilket ställer särskilda krav på planering och riskbedömning.

10.1 MR

Allmänt

Med anledning av magnetkamerans starka magnetfält skall all personal som vistas på avdelningen ha genomgått adekvat internutbildning. Patienterna är som regel elektiva och stabila. Undantaget är när vi bistår NIVA med anestesiresurs vid akuta/subakut MRT-undersökningar. Dessa patienter handläggs utifrån aktuell patologi efter de principer som beskrivs i respektive kapitel. Nedan fokuseras framförallt på det elektiva flödet även om mycket kan tillämpas även på den akuta patienten.

På såväl plan 4 som på plan 5 finns förberedelserum för sövning/väckning. Dessa är utrustade med sedvanliga anesthesiapparater (Flow-I) och basal luftvägsutrustning men ej exempelvis videolaryngoskop. Patienterna sövs vanligtvis i sängen eller på MR bordet. Vid MRT-undersökning inför stereotaktisk kirurgi eller strålkniivsbehandling är patienten som regel sövda inför att den stereotaktiska ramen monteras, dvs på angiointervention alternativt på operationsavdelningen.

Utredning/förberedelser

Vid planering bör extra vikt läggas vid luftvägs- och kardiovaskulär riskbedömning. Kommunicera planen med övriga teamet (vanligen ane.ssk och ane.usk). Videolaryngoskop tas med till förberedelserummet på vid indikation. Tillse att det finns larynxmask (I-gel) samt koniotomiset (finns på angiolab 5, plan 4) att tillgå i det fall oväntat svårhanterad luftväg skulle uppstå.

Kontrollera inställningar på den MR-säkra respiratorn (Servo-U) samt att det finns förlängningsslangar till läkemedelspumparna. Kontrollera även att det finns en ifylld MR-checklista för den aktuella patienten.

Induktion/underhåll

Induktion enligt sedvanlig neuro rutin. Vid aspirationsrisk, planerad vidare transport eller annan indikation så säkras luftvägen med endotrakealtub men i normalfallet används larynxmask (vanligtvis Ambu Auragain).

Anestesiunderhåll sker med TIVA. Noradrenalin kopplas liberalt då vi inte har tillgång patienten under undersökningen. MR-säker övervakningsutrustning kopplas och patienten kan vanligtvis handventileras under den korta transporten från förberedelserummet in till MR-kameran och den MR-säkra respiratorn. Notera att läkemedelspumparna ej får tas in till MR-kameran varför dessa placeras i manöverrummet och kopplas till patienten mha förlängningsslangar via ett genomförningshål i väggen. Detta medför ett kort avbrott i anestetillförseln varför det kan vara en god idé att ha en separat propofolspruta redo vid behov, alt. ge bolus innan. När MR-bordet har dockat med kameran så kontrolleras alla slangar, infarter och monitoreringsutrustning ytterligare en gång för att säkerställa att de inte dislocerar när patienten förs in i kameran.

Avslut/Postoperativt

Efter avslutad undersökning tas patienten till förberedelserummet, väcks och extuberas enligt sedvanlig rutin. Postoperativ övervakning sker på postop B6/B7 alt på Neuro 4/NIMA enl. generella rutiner.

10.2 Strålkniiven

Allmänt

Strålkniiven (Leksell Gamma Knife) används för att stereotaktiskt och med hög precision bestråla tumörer och kärlmissbildningar i hjärnan. Ungefär 550 behandlingar genomförs per år varav ett fåtal görs i GA. Inför behandling behöver en stereotaktisk ram monteras på patientens huvud. I de fall patienten skall behandlas i GA så monteras ramen fast efter sövning, annars sker detta i LA. Efter montering av ramen sker en MRT-undersökning för att fastställa koordinater och stråldos för behandlingen, s.k. dosplanering. Vid kärlmissbildningar kan MRT-undersökningen föregås av en konventionell angiografi, då med ramen monterad.

Utredning/förberedelser

Se: [avsnitt utredning inför MR sida 43](#). Säkerställ även att det finns en fungerande logistik och planering för hur den sövda patienten ska transporteras mellan de olika enheterna; Angio (B4), MR (B4/B5) och Strålkniiven (B3). Notera att dosplaneringen kan dra ut på tiden (>1h) och att patienten under tiden hålls sövd på förberedelserummet utanför MR. I normalfallet kan patienten handventileras mellan de olika stationerna.

Induktion/underhåll

Se: [avsnitt induktion för MR sida 44](#). Notera att anestesiapparaten (Flow-I) inne på strålkniiven ffa används av barnanestesi varför den vid uppstart har barninställningar som standard.

Avslut/Postoperativt

Efter avslutad behandling monteras den stereotaktiska ramen av och patienten kan väckas och extuberas i sängen. Postoperativ övervakning sker på postop B6/B7 alt på Neuro 4/NIMA enligt generella rutiner.

10.3 DT

Allmänt

De flesta DT-undersökningar av neuropatienter görs på DT-lab B4, "Neuroröntgen". Detta då bildkvaliteten i allmänhet blir bättre jämfört med övriga DT-lab, vilket kan vara avgörande för NK i beslutet angående operativ åtgärd. Undantaget är traumapatienter som vid isolerat neurotrauma ofta går direkt från traumaröntgen till operation på plan 7.

Vanligtvis sover vi inte inne på DT-lab varför ingen luftvägsutrustning finns placerad här. Det är däremot mycket vanligt att vi transporterar patienter till/från DT-lab för pre- eller postoperativ DT-undersökning, patienter som inte sällan är ICP-instabila eller på annat sätt marginella. Det är också vanligt att vi jourtid möter upp anestesijouren här och tar över ansvaret för neuropatienter som inkommit via akutmottagningen. Ovanstående gör att vi behöver vara väl förtrogna med lokalerna samt den utrustning som finns där.

10.4 Transportventilator - Pneupac VR1

Allmänt

Denna förvaras i en back i manöverrummet på neuro CT-lab (i hörnet mot ingången till MR). I backen finns även respiratorslangor samt en inplastad kortfattad bruksanvisning. Pneupac VR1 har endast ett fåtal inställningar för att förenkla handhavandet:

- Manuell eller automatisk
- O₂-konc: 50% eller 100%
- Minutventilation (Tidalvolym/Frekvens)

Denna används med fördel tillsammans med någon typ av endtidal koldioxidmonitorering, exempelvis kapnografi-tillsatsen till ordinarie patientövervakning alt EMMA.

Övrigt

- Akut behandling av högt ICP
- Anestesi vid neurologisk sjukdom
- Pharyngeal svullnad - Risk vid långvariga ingrepp
- Neurogent lungödem
- Luftemboli
- Fördjupning av handläggning vid Subaraknoidalblödning

11.1 Akut behandling av högt ICP

Allmänt

Nedan har vi samlat strategier för att snabbt kunna sänka ICP. Situation (Op, IVA, akutrum, DT) tidsförlopp (hotande inklämning?) samt bakomliggande patologi (blödning, ödem, HC) avgör vilken strategi som är mest lämpad.

- Behandla bakomliggande orsak: Låg tröskel för upprepad DT (gärna med venografi) för att utesluta kirurgiskt åtgärdbara orsaker som blödning, HC eller sinustrombos.
- Optimera venöst avflöde: Høj huvudändan till 30 grader och centrera huvudet i medellinjen. Även små justeringar kan ha oväntat stor effekt på ICP. Överväg även att sänka PEEP.
- Optimera ventilationen: Åtgärda ev. hyperkapni och sikta på pCO₂ på 4,5. Kortvarigt (ex vid hotande inklämning eller vid duraöppning) kan pCO₂ ner mot 4,0 accepteras (ytterligare hyperventilation riskerar generell vasokonstriktion och global ischemi).
- God blodtrycks kontroll: Generellt CPP 50-70 mmHg dock mycket beroende av bakomliggande patologi - diskutera med NK
- Osmotisk behandling med natrium: 40-80 mmol Addex-Na i 100 ml NaCl. Vid akuta situationer kan Addex-Na ges direkt i PVK/CVK. Målvärde: 145-155 mmol/L.
- Osmotisk behandling med Mannitol: 200-300 ml (30-45 g). Effekt efter 15-30 min. Obligat med KAD.
- Obs! 1L Ringer-Acetate innehåller endast 130 mmol natrium varför risk för spädning föreligger med omvänd osmotisk effekt och stigande ICP som följd.
- Sänk metabolismen: Söv djupare. Byt från Sevofluran till Propofol. Överväg tillägg av inf med Midazolam/Klonidin. Vid akuta situationer ges inj Pentothal® 50-100 mg, vilket kan upprepas.
- Sänk metabolismen: Behandla hypertermi (måltemperatur 36 grader). Överväg att relaxera patienten.
- Dränera CSF: Intermittent (10-20 droppar i taget) eller kontinuerlig. Effekten är beroende av bakomliggande patologi. Dränering vid avflödesproblematik (SAH, IVH) kan adressera det bakomliggande problemet. Dränering riskerar dock att öka TMP vid SAH genom att minska mottrycket eller ge plats för mer ödem efter exempelvis TBI. Alltför vidlyftig dränering riskerar även att tömma ventriklarna (s.k. slitsventriklar) vilket kan ge falskt låga värden vid ICP-mätning via v-drän. Dränering för att sänka ICP bör därför alltid diskuteras med NK.
- Diskutera ev. indikation för dekompression/hemikraniektomi med ansvarig NK.

11.2 Anestesi vid neurologisk sjukdom

Allmänt

Många neurologiska sjukdomar går med en generell muskelsvaghet, kroniskt nedsatt ventilationsförmåga och nedsatt vitalkapacitet (VC). Denna nedsättning kan vara en direkt effekt av grundsjukdomen eller sekundärt till immobilisering alternativt pågående medicinering. Detta medför ökade perioperativa risker varför det är viktigt att bedöma patientens aktuella respiratoriska kapacitet. Dessa patienter kan i olika grad även lida av en bulbär dysfunktion med svårigheter att skydda luftvägen och ökad aspirationsrisk. Kroniska mikroaspirationer kan i sin tur leda till lungskada. Bulbära symtom accentueras ofta postoperativt pga. kvarvarande läkemedelseffekter. Många av patienterna är också beroende av sina läkemedel för normal/optimal funktionsnivå varför en plan för dessa måste upprättas (se nedan)

Preoperativ utredning/förberedelser

- För att snabbt testa VC; överväg "Single breath count", dvs hur långt patienten kan räkna på ett djupt andetag: <15 = patologiskt.
- Bedöm grad av bulbär dysfunktion.
- Vilka läkemedel är essentiella för patientens normala funktion? Vid långa operationstider behöver läkemedlens halveringstid beaktas. Kan dessa ges iv eller kan det krossas och ges i v-sond? Finns det alternativ till ordinarie läkemedel som kan ges iv? Fråga patienten vad som händer om hen missar en dos.
- Ställningstagande till neurologremiss för preoperativ läkemedelsoptimering om komplex läkemedelssituation.
- Kolla upp ev. läkemedelsinteraktioner.
- Ordinarie läkemedel ges fram till så nära opstart som möjligt.
- Vid behovsmedicinering bör medtagas till op för att kunna administreras tidigt postoperativt.

Intraoperativt

- CAVE Succinylkolin: Generellt hög risk för funktionell eller anatomisk denervering vilket kan leda till snabb kaliumfrisättning och svårhävt hjärtstopp.
- Se nedan under respektive diagnos för intraoperativa överväganden.

Avslut/Postoperativt

- Viktigt att patienten har full muskelstyrka tillbaka inför extubation. Sugammadex (Bridion®) på vid indikation.
- Planera för aktiv resp-optimering postoperativt.
- Ökad aspirationsrisk? Höjd huvudända, aktiv sekretmobilisering.

Epilepsi (EP)

Frekventa anfall kan ge upphov upprepade aspirationer med lungskada som följd.

- Hyperkapni sänker kramptröskeln, beakta vid exempelvis sedering.
- Anestesigas har potential att framkalla anfall, ssk vid fluktuerande koncentrationer så som vid sövning och väckning, varför TIVA rekommenderas.
- Karbamazepin (Tegretol) samt Fenytoin (Epanutin) ökar metabolismen av icke-depolariserande muskelrelax (ej Mivacurium).

- Överväg profylaktiskt tillägg av bensodiazepiner alt Levetiracetam (Keppra) 500 mg x 2 po om ökad risk för perioperativa genombrottskramper.
- Anfall i samband med väckning bryts med Diazepam (Stesolid® 5–10 mg) iv alt resedering med Propofol. Efter krampen hävts ställningstagande till laddningsdos Levetiracetam (Keppra) 500 - 1000 mg samt postoperativ DT.
- Ökad risk för postoperativ stroke - mekanism okänd.

Multipel skleros (MS)

- Muskelsvaghet och ventilationssvikt sekundärt till behandling samt immobilisering.
- Anestesi ej kopplat till skov.
- Stress (exempelvis kirurgi, feber, infektion) kan förvärra symtom/utlösa skov.
- Hypertermi kan utlösa skov vilket kräver extra vigilans på temp perioperativt.

Parkinson

- Muskelsvaghet och ventilationssvikt sekundärt till grundsjukdomen samt immobilisering.
- Ökad risk för OSAS, sänkt FRC och autonom dysfunktion.
- Bulbär dysfunktion vid avancerad sjukdom.
- Många läkemedel har kort halveringstid, överväg V-sond.
- Viktigt att patienten är läkemedelsoptimerad inför väckning/postoperativt.
- Metoklopramid (Primperan) samt Droperidol (Dridol) är kontraindicerat.
- Pentothal® minskar endogen frisättning av dopamin vilket kan förvärra symtom.
- Ketamin kan förstärka/utlösa delirium/hallucinationer, ssk i kombination med ojämn dopamintillförsel.

Myastenia gravis (MG)

- Muskelsvaghet och ventilationssvikt sekundärt till grundsjukdomen samt immobilisering.
- Behandlas med kolinesterashämmare - Pyridostigmin (Mestinon) med kort verkningsstid (t_{1/2} = 2h), doseras normalt 4-6 ggr/dygn. Kan vb ersättas med iv Neostigmin där 0,5 mg iv = 60 mg Pyridostigmin po.
- Myasten kris (behov av respiratorvård sekundärt till bulbär- eller respiratorisk svikt) drabbar 10-20% av MG-patienter och kan utlösas av kirurgi, infektioner, smärta eller emotionell stress. Vid myasten kris så sätts Pyridostigmin ut och patienten behandlas med IVIG/Plasmaferes.
- Succinylkolin bör undvikas men behöver dosökas OM indicerat (2-2,5 mg/kg) - notera också att kolinesterashämmare ger förlängd effekt av Succinylkolin.
- Rocuronium behöver dosminskas till 10-50% av normaldos (0,2 mg/kg).
- Viktigt att patienten är helt tillbaka på TOF inför väckning och använd Sugammadex (Bridion®) på vid indikation.
- Riskfaktorer för postoperativ respvikt: sänkt VC, sjukdomstid (>6 år) och Pyridostigmin-dos på >750 mg/dygn.

Guillain-Barrés syndrom (GBS)

- Muskelsvaghet och ventilationssvikt sekundärt till grundsjukdomen.
- Uppvisar snabb symtomprogress med maximal neurologisk påverkan inom 4v (70% inom 2v).
- 15-30% kräver respiratorvård. Predikerande faktorer för intubationsbehov = snabb progress (3-7 dygn), utbredda pareser/tetraplegi, bulbär dysfunktion och VC <20ml/kg (vanligaste övervakningen på vårdavdelning är dock PEF).
- Autonom dysfunktion vanligt (50-70%) med risk för uttalade arytmier samt omväxlande episoder med hypertoni+takykardi och hypotoni+bradykardi. Även risk för ileus och urinretention. Hjärtstillestånd i samband med induktion är välbeskrivet men kan även utlösas av exempelvis sugning i luftvägarna.
- Behandla hypertoni/takykardi med labetalol (Trandate) och hypotoni i första hand med vätska pga. arytmirisken. Grundsjukdomen behandlas med IVIG alt plasmaferes.

Amyotrofisk lateralskleros (ALS)

- Muskelsvaghet och ventilationssvikt sekundärt till grundsjukdomen samt immobilisering.
- Bulbära symtom vanligt.
- Antikolinergika (Atropin/Robinul) kan förvärra symtom. Robinul dock något bättre då det ej passerar BBB.

Alzheimer

- Muskelsvaghet och ventilationssvikt sekundärt till grundsjukdomen.
- Kan behandlas med kolinesterashämmare - Donepezil (Aricept) = förlängd effekt av Succinylkolin.
- Antikolinergika (Atropin/Robinul) kan förvärra symtom.

11.3 Pharyngeal svullnad

Bakgrund

Det finns risk för utveckling av postoperativ svullnad i tunga, tungbas och i halsens mjukdelar efter långvarig neurokirurgi med halsryggen i extrem flexion med eller utan huvudvridning för maximal kirurgisk tillgänglighet. Svullnaden utvecklas oftast inom två timmar postoperativt och kan i och med luftvägspåverkan vara livshotande. Orsak är förmodligen försämrat venöst avflöde ev. i kombination med lokalt tryck i svalg, tunga eller övriga mjukdelar. Ischemi-reperfusion kan förklara en fördröjd postoperativ svullnad.

Preoperativ utredning/förberedelser

- Riskpatient identifieras av ansvarig kirurg. **Förväntad operationstid mer än 6 timmar och extremt läge i halsryggen** t.ex. vid sidoläge och bukläge.
- Patienten ges information av kirurg om att svullnad i luftvägarna kan uppstå efter operation.
- Dokumenteras i Orbit: "Risk svullnad pharynx". Detta tas upp på operationskonferensen.

Intraoperativt

- Vid uppläggning bedömer både anestesilog (specialist med vana av neuroanestesi) och ansvarig neurokirurg halsryggens läge.
- Läget ska optimeras utifrån kirurgisk optimal tillgång men med minsta möjliga negativa effekter på halsens venösa avflöde.
- Anestesiologen kontrollerar endotrakealtuben, bitblocket och tungans läge i munnen. Tungan ska ligga mitt i munnen under mjukt bitblock.
- I anestesijournalen dokumenteras: "Halsryggens läge OK" och "Tungans läge OK" före operationsstart.

Avslut/Postoperativt

- Munhålan inspekteras inför extubation avseende lokal svullnad. Vid misstanke om pharyngeal svullnad bör fördröjd extubation på NIVA (E4) övervägas.
- Efter extubation kontrolleras luftväg med fokus på eventuell stridor, "grötigt" tal samt subjektiva besvär från halsen (smärta eller svullnadskänsla). Dessa kontroller ska göras varje halvtimme de första två timmarna, sedan varje timme 4 timmar och därefter var 4:e timme första dygnet.
- Snabb progress av luftvägssvullnad kan kräva fiberoptisk re-intubation varför en plan för detta bör upprättas på förhand.
- Efter extubation kontrolleras luftväg med fokus på eventuell stridor, "grötigt" tal samt subjektiva besvär från halsen (smärta eller svullnadskänsla). Dessa kontroller ska göras varje halvtimme de första två timmarna, sedan varje timme 4 timmar och därefter var 4:e timme första dygnet.
- Luftvägs-obs sker på postop B6/B7 eller NIVA minst två timmar postoperativt. Därefter vård på NIMA/Neuro 4. Anestesiologen ansvarar för patienten på dessa enheter och bedömer patienten inför utskrivning. På NIMA ansvarar neurokirurgen (PAL eller jour) för patienten.
- Vid tecken till svullnad i halsen kontaktas omedelbart ansvarig anestesilog och neurokirurg, jourtid anestesijour (714 94) och neurokirurgjour (715 02)
- Snabb progress av luftvägssvullnad kan kräva fiberoptisk re-intubation varför en plan för detta bör upprättas på förhand.

11.4 Neurogent lungödem (NPE)

Bakgrund

En snabb intrakraniell tryckstegring kan leda till ett fulminant lungödem med efterföljande hjärtstopp. Vanligaste orsakerna är EP, TBI och intrakraniell blödning. Patofysiologin är inte klarlagd men gemensamt för nuvarande teorier är att en neurologisk insult resulterar i ett kraftigt sympatikuspåslag med efterföljande VK-svikt och kapillärläckage från lungkärlbädden. Mindre studier har visat att upp till 35% av patienter med ICH och över 40% av patienter med SAH även har tecken till NPE.

Symtom

Symtom kan uppstå direkt i anslutning till ICP-stegringen (minuter till timmar) men även fördröjd reaktion har beskrivits (12 till 24-timmar efter CNS-insult). Den kliniska bilden kan variera från lätt dyspné till fulminant lungödem, hjärtsvikt och hjärtstopp. Symtomen viker

vanligen inom 24 till 48-timmar men kan fortgå längre om bakomliggande patologi inte åtgärdas.

Behandling

- Behandla bakomliggande orsak!
- ICP-monitorering är av stor vikt då flera av åtgärderna nedan riskerar att sänka CPP.
- Oxygenera patienten med mål $SpO_2 > 90\%$.
- NIV alternativt PEEP-ventil om medverkande patient.
- Hög intubationsberedskap vid utebliven förbättring alt sjunkande medvetandegrad. Notera att hyperkapni höjer ICP ytterligare, varför detta måste behandlas aggressivt.
- Överväg diuresstimulering med Furix 20-40 mg iv.
- Blodtryckssänkning för VK-avlastning måste vägas mot bevarande av CPP.
- Milrinon/Levosimendan kan övervägas vid VK-svikt. Genomför ekokardiografi.
- Alpha-blockerare har diskuterats, men evidensen för detta tycks vara låg.

11.5 Intraoperativ luftembolisering

Bakgrund

Luftembolisering sker när trycket på vensidan understiger atmosfärstrycket. Detta kan ske vid kirurgi ovanför hjärtlöjd (särskilt i sittande), kirurgi i eller nära stora venösa sinus samt vid spontanandning/lågt PEEP. Incidensen för luftembolisering är kraftigt varierande i litteraturen och troligtvis finns ett stort mörkertal då mindre luftembolier passerar obemärkt. En letal dos luft brukar anges till 200-300 ml men är också beroende av infusionshastigheten (lägre hastighet ger mindre symtom). TEE är en känslig metod för att detektera även små mängder luft men är inget vi använder i klinisk praxis. För att minska risken för luftembolisering genomförs majoriteten av de neurokirurgiska ingreppen med patienten i liggande.

Symtom

Luftembolisering kan leda till pulmonell vasokonstriktion, bronkospasm, lungödem samt vid större luftvolym skapa ett luftlås i högerhjärtat med kraftigt sänkt eller upphörd cardiac output som följd. Hos patienter med intrakardiella shuntar (VSD/ASD/PFO) kan luftembolier passera över till systemkretsloppet och ge såväl stroke som embolisering i koronarkärl. Första symtomet är sjunkande $ETCO_2$. Vid vakenkirurgi (exempelvis DBS) och spontanandning kan även uttalad hackhosta noteras. Detta följs sedan av sjunkande BT, stigande HF och i förlängningen uttalad hemodynamisk påverkan. Hypoxi är ett sent tecken och sker som regel endast vid massiv embolisering.

Behandling

- Avbryt kirurgin och fyll operationsområdet med NaCl eller annan vätska för att förhindra ytterligare luftembolisering.
- Höj FiO_2 till 100%.
- Om möjligt, sänk operationsområdet under hjärtlöjd.
- Vänster sidoläge kan övervägas om möjligt.
- Aspiration i ev. CVK kan försökas men får inte fördröja övrig behandling.
- Om pågående luftembolisering kan manuell kompression av halsvenerna övervägas.

- Stötta cirkulationen (vätska, vasopressorer och ev inotropi).
- Viktigt med tidig kontakt med HBO-jouren (tfn 92505) för att vinna tid inför ev tryckkammarbehandling.
- Obs! PEEP minskar risken för luftembolisering men skall inte användas för att behandla en manifest luftemboli då detta kan öka belastningen på högerkammaren samt ge ökad luftpassage över en befintlig intrakardiella shuntar.

11.6 Fördjupning subaraknoidalblödning

Allmänt

Utvidgat beskrivning av handläggning av patienter med blödning fram till och med åtgärd av aneurysm. För sammanfattning av intraoperativ handläggning av SAB se Ligering av aneurysm.

Bakgrund

Subaraknoidalblödning från ett brustet aneurysm är ett livshotande tillstånd (ASA 4 eller 5), där utfallet påverkas av tidig och sakkunnig vård. Den totala mortaliteten för alla som drabbas av en aneurysmruptur ligger på ca 40% trots modern behandling. Den omedelbara mortaliteten är ca 15 - 20%. Morbiditeten är betydande redan av den första blödningen, men också reblödningar, kärlspasm (DCI – delayed cerebral ischemia) och behandlingskomplikationer är viktiga bidragande faktorer.

Prevalensen för cerebrala aneurysm är i Sverige uppskattningsvis 2-4 % och incidensen 4-6 fall/100 000 invånare/år (ca 80-100 patienter/år på NIVA). Högst incidens i åldrarna 55-60 år. Patogenes till cerebrala aneurysm och aneurysmruptur är till stor del okänd men sannolikt är det mestadels en förvärvad segmentell arteriell sjukdom. Riskfaktorer är ärftlighet (aneurysmförekomst hos 1:a gradssläktingar), hypertension, centralstimulerande droger, starka känsloutbrott, rökning, samt koagulationsrubbningar. Vissa kollagensjukdomar som Ehler-Danlos och polycystiska njurar har ökad frekvens aneurysm. I knappt en fjärdedel av fallen hittas multipla aneurysm. Riskfaktorer för aneurysmtillväxt och ruptur är till stor del samma som aneurysmuppkomst. Det är dock vedertaget att större aneurysm och vissa aneurysmlokalisationer medför statistisk ökad risk för blödning.

Artärerna som drabbas är de kärl i skallbasen som formar Circulus Willisii: Aa cerebri media dx/sin, Aa cerebri anterior dx/sin, A. communicans anterior (ACom), Aa communicans posterior dx/sin (PCom), Aa cerebri posterior dx/sin, A. basilaris. 85% förekommer i främre cirkulationen.

Reblödningar sker oftast under de närmsta timmarna eller dygnet efter första blödningen och är den viktigaste dödsorsaken under det första dygnet, både på och utanför sjukhus. Första dygnet efter ictus ses reblödningsrisk om 5-15 % som därefter minskar till ca 1 % per dag under kommande månad. Reblödningsrisken minskas sannolikt genom god blodtrycks kontroll.

Kärlspasm drabbar ca 70%, varav cirka hälften utvecklar symtom som kallas delayed cerebral ischemi (DCI) resulterande i varierande grad av ischemiska skador till total hjärninfarkt.

Hydrocephalus med shuntbehov utvecklas hos ca 20% av patienterna.

Betydande neurorehabiliteringsåtgärder är nödvändiga hos dessa patienter. Trots full restitution utan grovneurologiska symtom, kan de ha betydande neuropsykologiska störningar och svårt att komma helt tillbaka till tidigare socialt liv och arbete.

Klassificering

Patienter med aneurysm/subarknoidalblödning bedöms kliniskt enligt Hunt & Hess skalan, vilken indikerar prognosen (mortaliteten inom parentes)

Grad 0 – icke rupturerat aneurysm (0 %)

Grad 1 – opåverkad, vaken patient utan neurologiska symtom (1–3 %)

Grad 2 – vaken patient med svår till måttlig huvudvärk utan neurologiska symtom (3-5%)

Grad 3 – lätt medvetandesänkning med eller utan fokala symtom (9-19%)

Grad 4 – djup medvetlöshet med inklämmningsbild eller sviktande vitala funktioner (23-42%)

Grad 5 – djup coma, decerebrerad, moribund (70-77%)

GCS-skalan är den skala som används vid överrapportering av patienter, eller vissa tillfällen

RLS-skalan

Radiologisk klassificering enligt Fischer SAH-scale:

1 – inget blod

2 – diffust eller vertikalt blod < 1 mm tjockt, inga koagler > 3 mm

3 – lokaliserad koagel och/eller vertikalt blod > 1 mm tjockt

4 – intracerebralt hematoma (ICH) eller intraventrikulär blödning (IVH) med diffus eller ingen SAB.

Denna skalan kan ge en förutsägning av en eventuell cerebral vasospasm.

Diagnostik

Kliniskt: Typiska kliniska symtomet är åskknallshuvudvärk, eventuellt förenad med illamående och kräkningar. Huvudvärken är inte alltid svår och ihållande, utan det viktiga är det plötsliga insjunkandet, som alltid ska föranleda utredning för uteslutande av subaraknoidalblödning. En del patienter har en första lindrigare episod av huvudvärk, en så kallad varningsblödning (ca 30%). Detta framkommer när de får sin andra större ofta allvarligare blödning. Dessa patienter har en sämre prognos. Nackstelhet kan förekomma. Medvetanderubbningar av varierande grad kan förekomma och en del blir direkt djupt medvetlösa och kan ha kardiella symtom, vilket kan försvåra diagnostiken.

EKG-förändringar är vanligt förekommande (10-50%) liknande

ischemitecken/belastningstecken, förhöjning av Tropinin-T, samt även katekolamininducerad kardiomyopati (Takotsubo-bild på ekokardiografi). Förhöjda nivåer av Troponin-T (>80 ng/L) och NT-proBNP (>2500 ng/L) de första två dygnet ska föranleda ekokardiografi.

Lumbalpunktion: LP inklusive spektrofotometri: Vid små blödningar, eller när mer än 6 timmar har gått från blödningen, minskar chansen att fånga subaraknoidala blödningen på CT. Alla absorptionsvärden över laboratoriets normalgränsvärde vid 415 nm (oxyhemoglobin) och/eller 455 nm (bilirubin) bör leda till vidare neuroradiologisk utredning. Lumbalpunktion kan vara negativ de första 6 - 8 timmarna efter aneurysmrupturen och man bör därför vänta minst 12 timmar med att utföra LP vid negativ CT.

Neuroradiologisk utredning

CT-angiografi (DTA) är den första utredningsundersökningen. Denna utförs oftast på hemsjukhuset, men ska bedömas av neuroradiolog på NKS. För vidare diagnostik av aneurysm görs även ibland konventionell angiografi (DSA – digital subtraktions angiografi). Denna utförs på neuroradiologen NKS, vilket innebär att patienterna måste transporteras dit. OM både DTA och DSA är negativa kan i vissa fall utredningen kompletteras med ytterligare en DTA efter ca en vecka eller kompletterande MR-angio med speciella sekvenser.

Om intracerebralt hematoma är orsakat av ett brutet aneurysm och patientens tillstånd kräver akut åtgärd genomförs utredning akut oavsett tidpunkt. Vid hotande inklämning eller uttalad hydrocephalus tas patienten direkt till operation utan föregående DSA.

Vid perimesencephal blödning med typisk klinik, GCS 15 med huvudvärk utan neurologiska bortfall med typisk blodfördelning framför hjärnstammen utan påvisad blödningskälla på DTA, utförs vanligen ingen kompletterande DSA. En kompletterande DTA kan utföras 5-7 dygn efter ictus som kontrollundersökning. Perimesencephala blödningar antas ofta vara venöst orsakade. Om både DTA och DSA är negativa, kan i vissa fall utredningen kompletteras med ytterligare en DTA efter ca en vecka.

Förebyggande av reblödning

Förutom akuta livräddande åtgärder, ska man även effektivt förhindra upprepad blödning från aneurysmet. Reblödningsrisken är störst de första 24 timmarna efter insjuknandet.

Anestesins roll är att minska risken för reblödning genom att minska det transmurala trycket över aneurysmväggen (TMP), upprätthålla cerebralt perfusionstryck (CPP), beakta eventuella koagulationsstörningar och skapa goda förutsättningar för interventionen. Snabb transport och diagnos, samt akut kirurgi med clips eller endovaskulär behandling (coiling) är nödvändigt.

Trots alla förebyggande åtgärder drabbas ändå ett betydande antal patienter av reblödning, under transporten från lokalsjukhus eller under utredning och väntan på kirurgi eller coiling. I en öppen multicenterstudie har man kunnat visa att antifibrinolytisk behandling given redan vid diagnos ger ett effektivt skydd mot dessa mycket tidiga reblödningar och att mortaliteten reduceras.

Tranexamsyra (Cyklokapron®) kan ges till patienter med DT- eller LP-verifierad SAB, om ej > 1 vecka har förflutit efter blödningen. SAB kan inducera en akut fibrinolys. Tidig administrering av tranexamsyra kan minska risken för tidig reblödning, men kan också öka risken för delayed ischemia (vasospasm). Patienter med intracerebral blödning där underliggande aneurysmblödning misstänks, ges tranexamsyra enligt samma schema. Endast känd allergi ses som en absolut kontraindikation, i övrigt är det endast relativa kontraindikationer:

- Cyklokapron 1g x 3 iv fram tills ocklusion av aneurysmet alternativt max 72h.
- Inför möjlighet till akut endovaskulär åtgärd (<12h från ankomst) bör Cyklokapron endast ges i en dos (1g) vid ankomst för att inte öka risken för tromboemboliska komplikationer.

Behandling med fibrinolyshämmare avslutas så snart patienten är opererad med clips eller behandlad med coiling – eller att underliggande aneurysm är uteslutet med angiografi. Medfödda eller läkemedelsbetingade koagulationsrubbningar handläggs i samråd med operatören och v.b. koagulationskonsult.

Tills aneurysmet säkrats ska det systoliska blodtrycket som regel hållas <160 mmHg. Det innebär en balansgång mellan att minska risken för reblödning och att bibehålla cerebralt perfusionstryck och undvika stroke. Behandling ges med kortverkande antihypertensiva preparat exempelvis labetalol (Trandate®) 5-10mg iv som titreras till önskad effekt. Vid kliniska och radiologiska tecken till högt intrakraniellt tryck (ICP) bör MAP eftersträvas att hålla över 80 mmHg innan ICP-mätning är tillgänglig.

Transport

Patienter med SAB ska snabbt, skonsamt och säkert transporteras till NKS. Prio 1 ambulans. Ansvar för patienten under transport, liksom behovet av att säkra luftvägen inför transport, har den avsändande läkaren. Det ska vara en lugn, smärtfri patient som inte mår illa eller kräks och

har ett SAP < 160 mmHg (högre blodtrycksvärden kan accepteras hos äldre patienter). Ofta behövs opiater, paracetamol i kombination med Ondansetron® och/eller Droperidol®. Hos patienter med ett stort intracerebralt hematom/akut hydrocephalus med tecken på ett förhöjt intrakraniellt tryck (ICP) och hjärnstamsinklämning måste ett högre arteriellt tryck accepteras för att garantera den cerebrala perfusionen. I dessa situationer ska såväl Addex-Na/Mannitol® som hyperventilation övervägas i dialog med mottagande neurokirurg. OBS att KAD måste sättas när Mannitol® ges.

Behandling med nimodipin (Nimotop®) behöver inte påbörjas före transporten, men patienter kan ha fått tranexamsyra före avfärd (se ovan). Vid försämring av patienten under transport ska neurokirurgen informeras om detta för att kunna förbereda optimalt omhändertagande vid ankomst. Med gällande rutiner kommer 95% av alla aneurysmfall till neurokirurgen inom 24 timmar och 50% inom 6 timmar efter blödningen.

Inför varje överflyttning av intuberade patienter tänk på att patienterna ska vara väl sövda, smärtstillade och ev. muskelrelaxerade för att förhindra hostning på tuben. Stor risk annars för reblödning. Med fördel ges propofol i infusionspump under transport för att få en jämnare sedering.

Följande kan användas som rekommendation för bedömning inför transport:

- Patient med opåverkade vitalparametrar och medvetandegrad (GCS 14-15/RLS 1): patienten bedöms i samråd med anesthesiolog. Ordinarie ambulanspersonal övervakar samt vidtar eventuella åtgärder för att säkra patientens vitalstatus. Syrgas på mask ges till alla patienter. Vid ofri luftväg eller otillräcklig andning under transport är svalgtub alternativt larynxmask aktuellt.
- Patienter med lätt medvetandesänkning (GCS 10-13/RLS 2): Patienten bedöms i samråd med anesthesiolog. Luftvägen säkras om risk finns för mer uttalad medvetandesänkning under transporten. Patienten vårdas, intuberad eller inte, av anesthesiutbildad sjuksköterska och/eller läkare under transport.
- Patienter med uttalad medvetandesänkning (GCS <10/RLS > 3): Patientens luftväg bör säkras med endotrakeal intubation före transporten. Normalt pCO₂ eftersträvas. Patienten ska vårdas av anesthesiutbildad sjuksköterska och/eller läkare under transport.

Behandling

Hos medvetandesänkta patienter anläggs ett ventrikeldränage (i full narkos). Denna åtgärd kan bli aktuell även innan kompletterande utredning görs. Patienten skall då vara fortsatt sövd och intuberad tills aneurysm är behandlat eller uteslutet. När neuroradiologisk utredning påvisat aneurysm sker dialog mellan neurointerventionist och vaskulärt ansvarig neurokirurg om lämpligaste behandling. Slutgiltiga beslutet kring behandlingsbeslut och åtgärd tas dock alltid av ansvarig vaskulär neurokirurg som är PAL.

Om man inte med ledning av DTA resultatet kan bestämma vilken behandling som är optimal för patienten, utförs en DSA utan längre dröjsmål, oftast inom 12-14 timmar men vanligen ej nattetid. Andra fall där DTA utredningen kompletteras med DSA är om DTA utfaller negativt, eller om DTA visar multipla aneurysm, där selekterade fall genomgår kontrastförstärkt kärlväggs-MR. Media-aneurysm med lobärt hematoma kan ibland gå direkt till operation utan DSA.

Medvetslösa patienter med stora intracerebrala hematom opereras oavsett tid på dygnet, ibland utan föregående angiografisk utredning om det kliniska förloppet är mycket akut. Stor risk då för aneurysmruptur vid operation då man kanske inte har full kontroll på aneurysmets

utseende. För patienter Hunt & Hess grad 5, som inte förbättras av ventrikeldränage, kan ibland aneurysmoperation (och angiografisk utredning) avbörjas efter bedömning av neurointerventionist ihop med vaskulärt ansvarig neurokirurg.

Operation

Clipsning av ett brustet aneurysm syftar till att förhindra reblödning. Prognosen för patienter med reblödning är avsevärt sämre än för patienter med enbart en aneurysmruptur. Reblödning har minst en 50 % mortalitet och färre än var femte individ kommer tillbaka till en full funktionsnivå. Operation genomförs snarast möjligt efter angiografi på dagtid eller tidig kvällstid. För patienter som kommer in senare än tre dygn efter blödningen fastställs operationstidpunkten individuellt med hänsyn till risken för vasospasm. Det är av stor vikt att minimera hjärnretraktionen vid operation. Addex-Na[±] 80 mmol, ev Mannitol®, hyperventilation och intraoperativ likvordränning är rutinmetoder för att underlätta åtkomst. Temporär regional cirkulationsavstängning kan användas liberalt för att underlätta såväl dissektion som för att kontrollera intraoperativ aneurysmruptur.

Preoperativ antibiotikabehandling ges med början innan incision till samtliga fall enligt gällande rutin. Cefuroxim® 1,5g iv (upprepas perioperativt var 4e timme) eller vid PC-allergi ges istället Dalacin® 600mg iv (upprepas perioperativt var 8e timme)

Endovaskulär behandling

Coiling/embolisering har utvecklats som alternativ till kirurgisk behandling. Aneurysmet stängs intravasalt med mikrospiraler (coils). Behandlingen sker i full narkos. Frekvensen av behandlingskomplikationer är jämförbar med öppen kirurgi men den endovaskulära metoden är skonsammare i ett vidare perspektiv. Indikationerna skiljer något och man måste välja bästa metod i det enskilda fallet, främst med utgångspunkt från det angiografiska fyndet. Vid endovaskulär behandling används i vissa situationer förutom coils andra material såsom stents, flödesavledare (tätare stents) mm. Vissa patienter förbehandlas med trombocyttaggregationshämmare inför aneurysmembolisering. Sådan behandling ordineras speciellt från fall till fall. Under en endovaskulär behandling ska trombocythämmande behandling genomföras, vilket ordineras av neurointerventionisläkaren.

Antikoagulationsbehandling vid angiografi med akut stent/flödesavledare. Denna behandling ordineras av neurointerventionist: Innan stent på plats ges ASA 500mg iv som bolusdos och infusion startas omedelbart efter att stent/flödesavledare har placerats med eptifibatid (Integrilin®, viktrelaterad dos). Om öppen operation misstänks behövas startas istället för Integrilin® en infusion med kangrelor (Kangrexal®), som har kortare halveringstid och operation kan utföras efter 60 minuter avstängd infusion. Antibiotikaproylax ges ej rutinmässigt vid endovaskulär åtgärd.

Trombosproylax

Samtliga patienter som kommer till behandling för brustet aneurysm bör få trombosproylax efter aneurysmocklusion. Perioperativ trombosproylax med lågmolekylärt heparin (Fragmin® 2500E sc) används med början före operation. När aneurysmet är säkrat, med clips eller embolisering, får samtliga patienter generell trombosproylax med Fragmin 2500E x 1 sc tills de är fullt mobiliserade. Perioperativt används även pneumatiska kompressionsstrumpor.

Anestesiologiskt handläggande

Premedicinering: T.Oxascand® 10mg och/eller T.Catapresan ca 2µg/kg, för att minska preoperativ stress. Undvik om patienten redan är medvetandepåverkan. Alltid Paracetamol® 1g.

Monitorering: Pulsoxymetri (SpO₂), invasiv BT-mätning (rikligt med lokalanestetika när artärkateter sätts pga vasospasm-risk), EKG, frekventa blodgaser.

Infarter: PVK i stor ven för induktion. Ytterligare 2 grova infarter, CVK kan sättas efter induktion, gärna i v.subclavia (TCD-mätning sker på halsen och CVK-förbandet kan vara i vägen vid v.jugularis interna).

Induktion: Läkemedel och dos väljs efter hemodynamiska förutsättningar.

- Propofol ca 2 mg/kg iv.
- Ketamin® rekommenderas vid cirkulatorisk instabilitet.
- Noradrenalin® kopplat via synlig PVK eller CVK. Se till att alla kranar är vridna till öppet och att PVK är välfungerande innan sövning.

Analgesi:

- Remifentanil® företrädesvis, starta med 0,3 µg/kg/min iv alt TCI. Innan laryngoskopi påbörjas se att pulsen börjar gå ner som tecken på effekt. Given mängd bör vara > 1,5µg/kg (idealvikt) alternativt plasma target koncentration (Cpt) > 4,5 ng/ml. Inför Mayfield-fixation ökas infusionen till 0,4 µg/kg/min under några minuter innan. Noggrann kontroll av puls och BT vid Mayfield-fixeringen.

Muskelrelaxation:

- Rocuronium (Esmeron®) 1-1,2mg/kg iv förstahandsval.
- Suxameton (Celocurin®) 1,5mg/kg iv kan vara OK.

Vasopressor: Infusion av vasopressor noradrenalin alternativt fenylefrin (perifert med bärardropp, som går utan pump) är att föredra framför bolusinjektioner av fenylefrin/efedrin/noradrenalin för att undvika snabba blodtrycksförändringar. Om bolusinjektioner ges försiktighet och vänta ut effekten och se till inte upprepa för snabbt innan utvärderad effekt. Kan ge en kraftig ökning av blodtrycket.

Anestesiunderhåll: Remifentanil 0,2 - 0,4 µg/kg/min + Sevofluran 0,8 MAC, alternativt Propofolinfusion.

Blodtrycksmål: För en normotensiv patient utan medvetandepåverkan gäller MAP > 65 mmHg. För patient med hypertension eller medvetandepåverkan måste det beaktas att sänkning av MAP kan sänka CPP till den grad att risk för cerebral ischemi föreligger. För de allra flesta gäller dock att SAP < 160 mmHg eftersträvas. För patienter som har ICP-monitorering gäller uppsatta CPP-mål.

Ventilation: Normoventilation fram till öppning av duran därefter hyperventilation (pCO₂ 4,0 - 4,5) för att minska behov av mekanisk kraft för att skapa insyn/möjlighet att ligera. Inför clipsning permanent eller temporärt ökas FiO₂ till 0,8.

Osmolär terapi: Gradvis höjning av S-Na⁺ är önskvärt under hela det akuta sjukdomsförloppet. I samband med duraöppning önskas ytterligare höjning för att förbättra de kirurgiska förutsättningarna (brain-relaxation). 80 mmol Addex-Na i 100 ml NaCl ges strax innan

duraöppning. (förstahandsalternativ). Mannitol® 150mg/ml 200-300ml iv kan annars ges i samma tidsperiod. Beakta att åtgärderna kan öka TMP genom att sänka ICP.

Åtgärder vid temporära clips: Innan och under placering av temporära clips oxygeneras patienten med FiO₂ 0,8. På neurokirurgisk ordination ges även innan clipsning inj Pentotal® 50-100mg iv. Iterera även rocuronium ca 20mg iv, kontrollera effekten med TOF-mätning. Indocyaningrön (ICG eller Verdy®) önskas ofta efter clipsning för att kontrollera cerebralt flöde och clipsplacering. Detta är ett pulver som blandas med 5ml sterilt vatten och på neurokirurgens kommando ges 4 ml iv snabbt och så centralt som möjligt.

Uppläggning: Extern flektion eller rotation av halsen kan försämra det venösa avflödet från hjärnan och därmed öka ICP och hjärnsvullnad. Mayfield-fixeringen är mycket smärtsam varför remifentanildosen ökas inför detta. Lokalanestesi med Ropivacain® 5mg/ml ca 4-5ml kring respektive "pigg" rekommenderas. 15-30 graders höjd huvudända.

Ventrikeldränage: I de fall patienten har en befintlig dränering av CSF kan man efter önskemål från operatören dränera max 20-30 ml i samband med duraöppningen och därefter hålla dränaget öppet – detta också för att förbättra de kirurgiska förutsättningarna. Vid väckning och extubering, samt vid förflyttningar ska dränaget vara avstängt. Vid lägesändringar se till att tryckdomen ändras.

Perioperativ aneurysmruptur. Mycket sällsynt och dramatiskt tillstånd:

- Hämta de 2 E-konc i blodkylen som finns beställda.
- Öka FiO₂ till 1,0.
- Bolusinjektion av Adenosin® 5mg/ml 0,3 mg/kg. Injektionen ges i en så central ven som möjligt med efterföljande NaCl-flush. Läkemedlet inducerar asystoli i ca 45 sekunder och sedan hypotension i ytterligare ca 45 sekunder. Detta skapar förutsättningar för blodstillning/temporär liggering av tillförande kärl. OBS: Patienter med pågående förmaksflimmer/fladder som har underliggande tillstånd med pre-excitation av kammaren, så som WPW-syndrom kan slå över till ventrikelflimmer. En defibrillator ska därför finnas nära till hands.

Väckning och extubation: Om patienten var medvetandepåverkan innan sövning eller om komplicerad operation tas patienten till NIVA för fördröjd extubation. I de fall kirurgin varit okomplicerad och patienten var i det närmaste opåverkad innan sövning, väcks och extuberas patienten på operationssalen. Notera tiden när remifentanil stängs av. Stäng av Sevofluran® och vädra ut. När 5 min förflutit efter remifentanil stängts av ska patienten inte manipuleras med alls. När ca 10 min förflutit och Sevofluran® är 0,3 MAC eller mindre, samt när puls och BT börjar stiga blir det aktuellt att kunna väcka och extubera patienten. Bibehåll kontrollerad ventilation genom hela väckningen. O₂-näsgrimpa sätts på 5 min innan väckning med 2-3l/min O₂. När patienten tittar upp på tilltal dras ET-tuben snabbt för att förhindra hostning. Kontrollera pupiller och neurologi efter väckningen. Behov av postoperativ radiologisk undersökning akut eller subakut efter aneurysmåtgärd beslutas av ansvarig vaskulär neurokirurg.

Vanligt förekommande förkortningar

ACom/ACoA = anterior communicating artery
AED = antiepileptic drugs
AVM = arteriovenous malformation
BBB = blood brain barrier
CBF = cerebral blood flow
CMRO2 = cerebral metabolic rate of oxygen
CPP = cerebral perfusion pressure
CSF = cerebrospinal fluid
DBS = deep brain stimulation
DREZ = dorsal root entry zone
DTA = CT-angiografi
EDH = epidural hematoma
HC = hydrocephalus
ICA = internal carotid artery
ICH = intracranial hemorrhage/intracerebral hemorrhage
ICP = intracranial pressure
IVH = intraventricular hemorrhage
Li = Lindegaard index
MCA = middle cerebral artery
MEP = motor evoked potentials
MVD = microvascular decompression
NPE = neurogenic pulmonary edema
NPH = normal pressure hydrocephalus
NPPB = normal perfusion pressure breakthrough
PCom/PCoA = posterior communicating artery
PTA = percutaneous transluminal angioplasty
SAH = subarachnoid hemorrhage
SCS = spinal cord stimulation
SDH = subdural hematoma
SEP = sensory evoked potentials
TBI = traumatic brain injury
TCD = transcranial doppler
TN = trigeminal neuralgia
VCS = ventriculocisternostomy