



NEUROANESTESIA DAN *Critical Care*

SITI CHASNAK SALEH
NANCY MARGARITA REHATTA

NEUROANESTESIA DAN
Critical Care

PASAL 113 UNDANG-UNDANG NOMOR 28 TAHUN 2014 TENTANG HAK CIPTA

- (1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

NEUROANESTESIA DAN *Critical Care*

SITI CHASNAK SALEH
NANCY MARGARITA REHATTA



NEUROANESTESIA DAN *CRITICAL CARE*

Siti Chasnak Saleh dan Nancy Margarita Rehatta

ISBN 978-602-473-993-5 (PDF)

© 2023 Penerbit **Airlangga University Press**

Anggota IKAPI dan APPTI Jawa Timur
Kampus C Unair, Mulyorejo Surabaya 60115
Telp. (031) 5992246, 5992247
E-mail: adm@aup.unair.ac.id

Redaktur (Zadina Abadi)
Layout (Akhmad Riyanto)
Cover (Erie Febrianto)
AUP (1350/08.23)

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang.
Dilarang mengutip dan/atau memperbanyak tanpa izin tertulis
dari Penerbit sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apa pun.

PRAKATA

Puji syukur kami kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat-Nya buku *Neuroanestesia dan Critical Care* (NACC) pada akhirnya dapat terbit. Isi buku ini terdiri dari 16 bab, diawali dengan bab tentang neurofisiologi, dan neurofarmakologi. Pengetahuan tentang neurofisiologi dan neurofarmakologi menjadi landasan untuk memahami prinsip terkait keputusan klinik untuk menetapkan tindakan *Neuroanestesia* dan pengelolaan *Critical Care*. Selanjutnya ditelaah tentang anestesi pada pembedahan bagian otak tertentu antara lain area supra tentorial, fossa posterior, hipofisis maupun medula spinalis dan vaskular. *Neuroanestesi dan Critical Care* pada area ini yang memerlukan pertimbangan khusus untuk menentukan metode anestesi maupun kemungkinan komplikasi yang harus dihindari. Selanjutnya dibahas tentang *Neuroanestesi dan Critical Care* untuk kelompok *vulnerable* yaitu pediatri secara dan ibu hamil. Isu *Neurocritical Care* yang disampaikan adalah tentang pengelolaan nyeri pascakraniotomi dan edema otak. Edema otak adalah kondisi yang potensial menyebabkan morbiditas dan kematian. Penanganannya sangat memerlukan pemahaman tentang terapi cairan pada saat tindakan pembedahan maupun selama penanganan di *Neurocritical Care*. Buku ini diharapkan dapat menjadi pedoman bagi residen program studi anesthesiologi dan para sejawat dokter spesialis anesthesiologi di daerah, serta klinisi lain yang memerlukannya. Isi buku ini belum dapat menggambarkan semua aspek dari bidang *Neuroanestesia dan Critical Care*, tetapi semoga dapat bermanfaat sebagai tambahan informasi bagi yang membutuhkan; bagi para sejawat yang berkecimpung dalam bidang Anestesi dan bidang lain untuk menangani kasus-kasus yang berhubungan. Harapan kami di kemudian hari dapat diterbitkan buku serupa dengan topik bahasan yang lebih khusus.

Akhir kata, kami berterima kasih pada semua pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan tetap mengharapkan masukan untuk penyempurnaan buku pada edisi berikutnya.

Penyusun

DAFTAR ISI

Prakata	v
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xiii
Daftar Singkatan	xv

BAB 1

NEUROFISIOLOGI	1
A. Aliran Darah Otak dan Metabolisme Otak	1
B. Cairan Serebrospinal	11
C. Tekanan Intrakranial	12
D. Kesimpulan	17

BAB 2

NEUROFARMAKOLOGI	19
A. Obat Anestesi Intravena	19
B. Obat Anestesi Inhalasi	25
C. Obat Adjuvan	28
D. Obat Lain	31
E. Kesimpulan	34

BAB 3

TERAPI CAIRAN UNTUK NEUROANESTESI DAN NEUROCRITICAL CARE	35
A. Osmolalitas, Osmolaritas, dan Tonisitas	36

B. Pemilihan Cairan	39
C. Penggunaan.....	41
D. Kesimpulan.....	44

BAB 4

ANESTESI UNTUK PEMBEDAHAN SUPRATENTORIAL 45

A. Patofisiologi	46
B. Perencanaan Anestesi.....	47
C. Kesimpulan.....	52

BAB 5

ANESTESI UNTUK PEMBEDAHAN FOSSA POSTERIOR 55

A. Pertimbangan Anatomi dan Patologi.....	55
B. Persiapan Prabedah.....	57
D. Pertimbangan Anestesi	62
E. Penyulit dan Masalah Khusus.....	65
F. Kesimpulan.....	68

BAB 6

ANESTESI UNTUK PEMBEDAHAN HIPOFISIS DAN TUMOR SUPRASSELLA (PENDEKATAN TRANSSENFENOID) 69

A. Anatomi Sella dan Parasella.....	70
B. Fisiologi dan Patologi Hipofisis	71
C. Pengelolaan Perioperatif	77
D. Penyulit Pascabedah	84
E. Kesimpulan.....	87

BAB 7

NEUROANESTESI UNTUK PEDIATRI 89

A. Neurofisiologi	89
B. Patologi.....	91
C. Pertimbangan Anestesi	92

D. Pascabedah.....	97
E. Anestesi untuk Tindakan Khusus	97
F. Kesimpulan.....	105

BAB 8

PENGELOLAAN NYERI PASCA KRANIOTOMI 107

A. Fisiologi dan Mekanisme Nyeri	108
B. Faktor Lokasi	109
C. Pengelolaan Nyeri	110
D. Kesimpulan.....	115

BAB 9

PROTEKSI OTAK SELAMA PEMBEDAHAN 117

A. Patofisiologi Iskemia Otak.....	118
B. Proteksi Farmakologis	119
C. Proteksi Non-Farmakologis	121
D. Kesimpulan.....	123

BAB 10

PERTIMBANGAN ANESTESI UNTUK PASIEN CEDERA OTAK TRAUMATIK 125

A. Patofisiologi Cedera Otak Traumatik.....	126
B. Gambaran Klinis.....	129
C. Indikasi Tindakan Bedah.....	134
D. Pengelolaan Perioperatif	135
E. Penanganan Pascabedah	139
F. Kesimpulan.....	140

BAB 11

PERTIMBANGAN ANESTESI UNTUK CEDERA OTAK PADA ANAK 141

A. Anatomi dan Pola Cedera.....	142
B. Fisiologi dan Patofisiologi.....	143

C. Manifestasi Klinis.....	145
D. Pertimbangan Anestesi	148
E. Kesimpulan.....	152

BAB 12

ANESTESI UNTUK BEDAH VASKULER OTAK 153

A. Pengendalian Tekanan Darah Secara Farmakologis.....	154
B. Aneurisma Serebral	156
C. Malformasi Arteri-Vena (AVM).....	173
D. Kesimpulan.....	176

BAB 13

SEDASI/ANESTESI DI LUAR RUANG PEMBEDAHAN UNTUK PEDIATRI 177

A. Ruang MRI.....	178
B. Sedasi atau Anestesi.....	179
C. Pemantauan	184
D. Kesimpulan.....	185

BAB 14

PERTIMBANGAN ANESTESI PADA PATOLOGI MEDULA SPINALIS 187

A. Fisiologi Medula Spinalis.....	188
B. Dampak Lesi Medula Spinalis terhadap Fungsi Organ	188
C. Trauma Akut Medula Spinalis (<i>Traumatic SCI</i>).....	191
D. Tumor Medula Spinalis	194
E. Pertimbangan Anestesi	195
F. Kesimpulan.....	202

BAB 15

NEUROANESTESI DAN KEHAMILAN 203

A. Pertimbangan Ibu	204
B. Pertimbangan Janin.....	206

C. Pertimbangan Pembedahan	208
D. Pertimbangan Anestesi	212
E. Kesimpulan	214

BAB 16

EDEMA SEREBRI	215
A. Patofisiologi	216
B. Edema Serebri dan Cot	218
C. Edema Serebri dan Tumor Otak	222
D. Kesimpulan	225
Daftar Pustaka	227
Glosarium	249
Indeks	259
Biografi Penulis	261

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Produksi ATP dari 1 mol glukosa (metabolisme aerobik)	7
Tabel 1.2	Komposisi CSS dan serum pada manusia.....	12
Tabel 2.1	Efek obat anestesi intravena terhadap dinamika serebral.....	20
Tabel 2.2	Efek obat anestesi inhalasi terhadap dinamika serebral	25
Tabel 2.3	Efek pelumpuh otot terhadap hemodinamik dan TIK	31
Tabel 3.1	Cairan, osmolaritas, osmolalitas, dan tonisitasnya	40
Tabel 4.1	<i>Glasgow Coma Score</i>	47
Tabel 5.1	Keadaan yang harus dievaluasi untuk pertimbangan ekstubasi	64
Tabel 6.1	Tumor non-adenoma dari <i>sella turcica</i>	77
Tabel 7.1	Tumor otak yang umum dijumpai pada anak.....	92
Tabel 7.2	Tanda peningkatan TIK pada bayi dan anak	93
Tabel 7.3	Pertimbangan untuk pemberian glukosa selama pembedahan	95
Tabel 7.4	Perkiraan volume darah pada anak	96
Tabel 7.5	Efek manipulasi pembedahan pada batang otak.....	103
Tabel 9.1	Efek obat anestesi terhadap ADO dan CMRO ₂	119
Tabel 10.1	Penyebab cedera otak sekunder	127
Tabel 10.2	<i>Glasgow Coma Scale</i>	130
Tabel 11.1	Prediktor <i>outcome</i> jelek pasca-COT pada anak.....	143
Tabel 11.2	Modifikasi GCS untuk bayi dan anak	145
Tabel 11.3	Respons pupil abnormal	146
Tabel 11.4	Skor trauma yang direvisi.....	152
Tabel 12.1	Gradasi klinis menurut Botterell	160
Tabel 12.2	Gradasi klinis setelah SAH menurut modifikasi Hunt & Hess	160
Tabel 12.3	Skala gradasi menurut WFNS.....	161
Tabel 12.4	Skala gradasi berdasarkan CT- <i>scan</i> saat datang menurut Fisher	161
Tabel 12.5	Pertimbangan untuk proteksi otak nonfarmakologis	175
Tabel 13.1	Definisi anestesi umum dan derajat sedasi.....	180
Tabel 13.2	Pengaturan puasa	181
Tabel 13.3	Pasien yang memerlukan anestesi umum untuk MRI.....	181
Tabel 13.4	Sistem skoring menurut Aldrete.....	183

Tabel 14.1	Ketinggian lesi dan efek terhadap fungsi pernapasan	189
Tabel 14.2	Masalah medis pasien dengan lesi spinal kronik	193
Tabel 15.1	Perubahan fisiologi dalam kehamilan	205

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Autoregulasi ADO.....	3
Gambar 1.2	Skema yang menggambarkan berbagai tipe saraf perivaskular	4
Gambar 1.3	Autoregulasi efektif pada TAR (MAP) antara 50–150 mmHg	5
Gambar 1.4	Metabolisme aerobik dan anaerobik glukosa.....	8
Gambar 1.5	Morfologi sawar darah-otak	10
Gambar 1.6	Produksi dan sirkulasi cairan serebrospinal	11
Gambar 1.7	Komposisi kompartemen dalam rongga tengkorak	14
Gambar 1.8	Hubungan antara TIK dan volume intrakranial.....	15
Gambar 2.1	Gambar menunjukkan respons yang diperantarai oleh reseptor α_2 -adrenergik.....	32
Gambar 2.2	Ringkasan dari efek obat anestesi terhadap metabolisme oksidatif global, ADO, autoregulasi, reaktivitas vasomotor, dan perangkat neurovaskular	34
Gambar 3.1	(A) Skema diagram membran kapiler perifer, dan (B) sawar darah-otak yang hanya permeabel untuk air	38
Gambar 4.1	Gambaran CT- <i>scan</i> dengan kontras menunjukkan suatu meningioma pada lobus frontalis dengan edema di sekitarnya dan pergeseran garis tengah	48
Gambar 5.1	Gambaran CT- <i>scan</i> medulloblastoma pada anak.....	57
Gambar 5.2	Posisi tengkurap	60
Gambar 5.3	Posisi <i>park-bench</i> atau posisi tengkurap tiga perempat.....	60
Gambar 5.4	Posisi <i>park-bench</i>	61
Gambar 5.5	Posisi duduk.....	62
Gambar 6.1	Anatomi kelenjar hipofisis dan sekitarnya	70
Gambar 6.2	Contoh kontrol sekresi tiroksin: putaran dari umpan balik negatif	71
Gambar 6.3	Produksi AVP di nukleus supraoptikus dan nukleus paraventricular hipotalamus yang diangkut melalui traktus hipotalamo-hipofisis... ..	72
Gambar 6.4	Makroadenoma hipofisis: CT- <i>scan</i> (kiri), MRI (kanan).....	73
Gambar 6.5	Letak tumor sella terhadap chiasma n optikus	76
Gambar 6.6	Posisi pasien pada pendekatan transsfenoid.....	81

Gambar 6.7	Pembedahan dengan pendekatan sublabial transsfenoidal.....	82
Gambar 6.8	Perjalanan dari respons trifasik diabetes insipidus	86
Gambar 7.1	Aliran darah otak bergantung pada usia.....	91
Gambar 7.2	Berbagai variasi anatomi kraniosinostosis.....	101
Gambar 7.3	a. Pendekatan transkranial dan b. Pendekatan transsfenoidal	104
Gambar 8.1	Keluarnya mediator inflamasi dari jaringan yang rusak, selanjutnya menimbulkan sensasi nyeri.....	109
Gambar 8.2	Tempat sasaran dari pengelolaan nyeri pasca kraniotomi	111
Gambar 8.3	Blok regional saraf kulit kepala pasca kraniotomi.....	112
Gambar 10.1	A. Hematoma epidural, B. Gambaran CT-scan hematoma epidural	131
Gambar 10.2	Tindakan pilihan untuk EDH pada pasien dengan GCS > 8.....	132
Gambar 10.3	A. Gambaran CT-scan kepala pasien dengan COT berat, B. Terdapat SDH akut di sisi kiri	132
Gambar 10.4	Tindakan pilihan untuk pasien SDH akut dengan GCS > 8.....	133
Gambar 10.5	Gambaran CT-scan kepala pasien dengan COT berat.....	134
Gambar 10.6	Dasar pemikiran fisiologis dari ‘ <i>damaged control orthopedics</i> ’.....	139
Gambar 11.1	Kurva autoregulasi normal pada anak, orang dewasa, dan bayi < 6 bulan/bayi prematur.....	145
Gambar 11.2	Algoritma pengelolaan TIK pada anak dengan COT berat	151
Gambar 12.1	Letak aneurisma pembuluh darah otak yang paling umum.....	157
Gambar 12.2	Darah yang keluar dari aneurisma yang pecah akan menyebabkan iritasi dinding arteri dan menyebabkan spasme.....	163
Gambar 12.3	Pendekatan kliping (kiri) dan koiling (kanan).....	165
Gambar 12.4	Tekanan transmural = TAR – TIK.....	168
Gambar 12.5	AVM pembuluh darah otak.....	173
Gambar 13.1	Diagram yang menggambarkan garis 5G dengan pelindung dan tanpa pelindung dengan kekuatan magnet 1T.	179
Gambar 14.1	Patofisiologi ADR	194
Gambar 14.2	Cedera medula spinalis dan ketinggian paralisis.....	197
Gambar 14.3	Salah satu posisi telungkup untuk pembedahan HNP lumbal	200
Gambar 14.4	Posisi telungkup di atas penyangga ‘Relton-Hall’	201
Gambar 15.1	Efek obat anestesi, pelumpuh otot, dan pembedahan terhadap ibu dan fetus.....	204
Gambar 15.2	Rekomendasi untuk pengelolaan pembedahan pada pasien hamil..	209
Gambar 16.1	Gambar skematik menunjukkan edema sitotoksik (A) dan vasogenik (B).....	216
Gambar 16.2	Patogenesis edema otak vasogenik dan sitotoksik.....	217
Gambar 16.3	Pembengkakan astrosit karena terganggunya keseimbangan ion antara intra dan ekstra sel	220
Gambar 16.4	Mekanisme pembentukan edema vasogenik diperantari oleh VEGF	223

DAFTAR SINGKATAN

ACTH	<i>Adrenocorticotropic Hormone</i>
ADO	Aliran Darah Otak
ADH	<i>Anti-Diuretic Hormone</i>
ADR	<i>Autonomic Disreflexia</i>
ATP	<i>Adenosine Tri Phosphate</i>
AVM	<i>Arterio Venous Malformation</i>
ASA	American Society of Anesthesiologists
BBB	<i>Blood-Brain Barrier</i>
CBF	<i>Cerebral Blood Flow</i>
CMRO ₂	<i>Cerebral Metabolic Rate for Oxygen</i>
CNS	<i>Central Nerve System</i>
COT	Cedera Otak Traumatik
CPP	<i>Cerebral Perfusion Pressure</i>
CSS	Cairan Serebro Spinal
CSWS	<i>Cerebral Salt Wasting Syndrome</i>
CT	<i>Compurerised Tomography</i>
CVP	<i>Central Venous Pressure</i>
CVR	<i>Cerebro Vascular Resistance</i>
DAI	<i>Diffuse Axonal Injury</i>
DDAPV	Desmopressin
DI	Diabetes Insipidus
DVT	<i>Deep Vein Thrombosis</i>
EDH	<i>Epidural Hemorrhage</i>
EEG	<i>Electro Encephalography</i>
EKG	Elektro Kardiografi
EtCO ₂	<i>End-tidal CO₂</i>
GCS	<i>Glasgow Coma Scale/Score</i>
GH	<i>Growth Hormone</i>
GN	<i>Gonadotroph</i>
HES	<i>Hydroxyethylstarch</i>

HNP	<i>Hernia Nucleus Pulposus</i>
HPA	<i>Hypophyseal Pituitary Axis</i>
HTS	<i>Hypertonic Saline</i>
JCAHO	Joint Commission for Accreditation of Healthcare Organisation
ICH	<i>Intracerebral Hemorrhage</i>
ICP	<i>Intracranial Pressure</i>
MAC	<i>Minimal Alveolar Concentration</i>
MAP	<i>Mean Arterial Pressure</i>
MRI	<i>Magnetic Resonance Imaging</i>
NGF	<i>Nerve Growth Factors</i>
NSAID	<i>Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs</i>
ONSD	<i>Optic Nerve Sheath Diameter</i>
PaCO ₂	<i>Partial Pressure of Carbon Dioxide in Arterial Blood</i>
PaO ₂	<i>Partial Pressure of Oxygen in Arterial Blood</i>
PCA	<i>Patient Control Analgesia</i>
PEEP	<i>Positive End Expiratory Pressure</i>
RSI	<i>Rapid Sequence Induction</i>
SAH	<i>Subarachnoid Hemorrhage</i>
SCI	<i>Spinal Cord Injury</i>
SDH	<i>Subdural Hemorrhage</i>
SDO	Sawar Darah-Otak
SIADHS	<i>Syndrome of Inappropriate ADH secretion</i>
SLTH	<i>Sublabial Trans-sphenoidal Hypophysectomy</i>
SSP	Sistem Saraf Pusat
SvJO ₂	<i>Jugular bulb Oxygen Saturation</i>
TAR	Tekanan Arteri Rerata
TIK	Tekanan Intrakranial
TIVA	<i>Total Intravenous Anesthesia</i>
TPO	Tekanan Perfusi Otak
TSH	<i>Thyrotropic Stimulating Hormone</i>
TVO	Tekanan Vaskular Otak
VAE	<i>Venous Air Embolism</i>
VDO	Volume Darah Otak
WFNS	World Federation of Neurological Surgeons