

**TESIS**

**PENGARUH BLOK PLEKSUS SERVIKAL SUPERFISIALIS MENGGUNAKAN  
LEVOBUPIVAKAIN ISOBARIK 0,25% TERHADAP HEMODINAMIK, KEBUTUHAN  
OBAT ANESTESI, DAN INTENSITAS NYERI PADA PEMBEDAHAN REGIO  
KLAVIKULA**

*The Effects of Superficial Cervical Plexus Block Using Isobaric Levobupivacaine 0.25% On  
Hemodynamics, Anesthesia Requirement, And Pain Intensity In Clavicular Region Surgery*



**ANTHONY HADI WIBOWO C135182006**

**DEPARTEMEN ILMU ANESTESI, PERAWATAN INTENSIF DAN MANAJEMEN  
NYERI FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR 2023**

**PENGARUH BLOK PLEKSUS SERVIKAL SUPERFISIALIS MENGGUNAKAN  
LEVOBUPIVAKAIN ISOBARIK 0,25% TERHADAP HEMODINAMIK, KEBUTUHAN  
OBAT ANESTESI, DAN INTENSITAS NYERI PADA PEMBEDAHAN REGIO  
KLAVIKULA**

**KARYA AKHIR**

Sebagai syarat untuk mencapai Gelar Spesialis  
Anestesiologi dan Terapi Intensif

Disusun dan diajukan

**ANTHONY HADI WIBOWO**

Kepada:

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1  
PROGRAM STUDI ANESTESIOLOGI, TERAPI INTENSIF, DAN MANAJEMEN  
NYERI FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR 2023**

**LEMBAR PENGESAHAN (TESIS)**

**PENGARUH BLOK PLEKSUS SERVIKAL SUPERFISIALIS MENGGUNAKAN  
LEVOBUPIVAKAIN ISOBARIK 0,25% TERHADAP HEMODINAMIK,  
KEBUTUHAN OBAT ANESTESI, DAN INTENSITAS NYERI PADA  
PEMBEDAHAN REGIO KLAVIKULA**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**dr. Anthony Hadi Wibowo  
Nomor Pokok : C135182006**

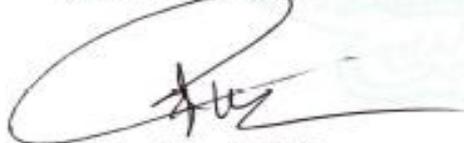
**Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Pendidikan Dokter Spesialis Anestesiologi dan  
Terapi Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin**

**Pada tanggal 13 September 2022**

**Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan**

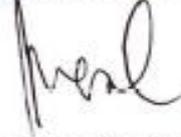
**Menyetujui :**

**Pembimbing Utama,**



**dr. Wahyudi, Sp.An-KAP  
NIP. 19430129 196701 1 001**

**Pembimbing Pendamping,**



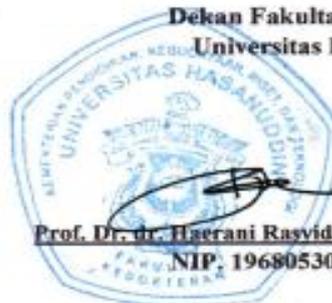
**Dr. dr. A. Salahuddin, Sp.An-KAR  
NIP. 19640821 199703 1 002**

**Ketua Program Studi  
Anestesiologi dan Terapi Intensif  
Fakultas Kedokteran  
Universitas Hasanuddin**



**Dr. dr. Habsah Nurdin, M.Kes, Sp.An-KIC  
NIP. 19810411 201404 2 001**

**Dekan Fakultas Kedokteran  
Universitas Hasanuddin**



**Prof. Dr. dr. Haerani Rasvid, M.Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK  
NIP. 19680530 199603 2 001**

## PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anthony Hadi Wibowo

NIM : C135182006

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini merupakan hasil karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi yang seberat-beratnya atas perbuatan tidak terpuji tersebut. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan sama sekali.

Makassar, Maret 2023

Yang membuat pernyataan



Anthony Hadi Wibowo

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan judul **“PENGARUH BLOK PLEKSUS SERVIKAL SUPERFISIALIS MENGGUNAKAN LEVOBUPIVAKAIN ISOBARIK 0,25% TERHADAP HEMODINAMIK, KEBUTUHAN OBAT ANESTESI, DAN INTENSITAS NYERI PADA PEMBEDAHAN REGIO KLAVIKULA”**

Selama melaksanakan penelitian ini, banyak kendala yang peneliti hadapi, maupun kekurangan dan keterbatasan yang datangnya dari peneliti sebagai mahasiswa yang berada pada tahap belajar, namun semua kendala tersebut dapat teratasi berkat izin Allah SWT tentunya, dan dukungan doa serta bimbingan dari semua pihak yang mungkin tidak dapat peneliti sebutkan namanya secara keseluruhan. Adapun pihak – pihak tersebut antara lain adalah :

1. Prof. Dr. Jamaluddin Jompa, M. Si, selaku Rektor Universitas Hasanuddin Makassar
2. Ibu Prof. Dr. dr. Khaerani Rasyid, M. Kes, Sp. PD-KGH, Sp.GK. selaku dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. dr. Irfan Idris, M. Kes, selaku wakil dekan bidang akademik Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.
4. Bapak dr. Wahyudi, Sp.An-KAP selaku pembimbing I dan Bapak Dr. dr. A. Salahuddin, Sp.An-KAR selaku pembimbing II dan Bapak Dr. dr. Burhanuddin Bahar, MS selaku pembimbing statistik atas kesabaran dan ketekunan dalam menyediakan waktu untuk menerima konsultasi peneliti.
5. Bapak DR. Dr. Hisbullah, Sp.An-KIC-KAKV, Bapak DR. Dr. Faisal Muchtar, Sp.An-KIC, dan Bapak dr. Muhammad Rum, Sp.An-KIC selaku tim penguji yang telah memberikan arahan dan masukan yang bersifat membangun untuk penyempurnaan penulisan.
6. Direktur RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar dan seluruh direktur Rumah Sakit afiliasi dan satelit yang telah memberi segala fasilitas dalam melakukan praktek anestesi, <sup>vi</sup> terapi intensif dan manajemen nyeri.

7. Seluruh keluarga; orang tua, yang telah memberikan dorongan dan dukungan baik moral, materil, serta doa yang tulus.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam rangka penyelesaian penelitian ini, baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Peneliti menyadari bahwa tulisan ini jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat peneliti harapkan untuk penyempurnaan penulisan selanjutnya. Di samping itu peneliti juga berharap semoga penelitian ini bermanfaat bagi peneliti dan bagi nusa dan bangsa.

Makassar, 13 September 2022

Peneliti

Anthony Hadi Wibowo

## **Abstrak**

Fraktur klavikula diperkirakan berkontribusi sekitar 15% dari fraktur ekstremitas atas. Fiksasi pembedahan dianjurkan untuk meningkatkan fungsi yang lebih baik. Multimodal analgesia adalah salah satu komponen kunci yang dianjurkan *Procedure Specific Postoperative Pain Management* (PROSPECT) untuk mendukung program *Enhanced Recovery After Surgery* (ERAS). Operasi regio klavikula umumnya dilakukan dalam anestesi umum atau dengan blok pleksus brachialis, namun blok seperti interscalene memiliki beberapa komplikasi berat seperti hemiparalisis diafragma, sindrom Horner, dan pneumothoraks. Blok pleksus servikalis superfisial (PSS) terhindar dari komplikasi tersebut dan diharapkan dapat menjadi blok yang rutin dipakai untuk operasi daerah klavikula yang dikombinasi dengan anestesi umum. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efek blok PSS terhadap hemodinamik, kebutuhan obat opioid, dan intensitas nyeri pada pasien operasi regio klavikula. Penelitian ini merupakan penelitian *prospective randomized controlled trial* dengan desain *eksperimental*. Sampel terdiri dari 2 kelompok, yaitu kelompok K (kelompok kontrol) dan B (kelompok dengan intervensi blok PSS) dengan jumlah sampel masing-masing 15 orang yang memenuhi kriteria inklusi. Dilakukan penilaian hemodinamik, penggunaan opioid, isofluran, NRS paska bedah, waktu *rescue* analgesia (WRA), dan *rescue* opioid paska bedah. Data dianalisis menggunakan uji statistik *Mann-Whitney* dan *Wilcoxon*, serta uji korelasi dengan uji *Spearman*. Hasil dari penelitian ini adalah hemodinamik yang lebih stabil, kebutuhan fentanil ( $p=0,001$ ) dan isofluran ( $p<0,001$ ) intraoperatif yang lebih rendah, NRS yang lebih rendah ( $p<0,001$ ), dan tidak terdapat *rescue* pada kelompok blok (B). Blok PSS dapat mengurangi penggunaan obat anestesi, menurunkan intensitas nyeri, dan *rescue* opioid paska bedah pada pasien operasi regio klavikula.

**Kata kunci:** BPSS, fentanil, isofluran, NRS, *rescue*

## **Abstract**

*Clavicle fractures contribute to 15% of upper limb fractures. Surgical fixation is recommended for better function. Multimodal analgesia is one of the key components recommended by the Procedure Specific Postoperative Pain Management (PROSPECT) to support the Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) program. Clavicle region surgery is generally performed under general anesthesia or with a brachial plexus block, but blocks such as interscalene have some serious complications like diaphragmatic hemiparalysis, Horner syndrome, and pneumothorax. Superficial Cervical Plexus Block (SCPB) avoids these complications and is expected to become a routine block used for clavicle surgery combined with general anesthesia. The purpose of this study was to determine the effect of SCPB on hemodynamics, need for opioid drugs, and pain intensity in patients with clavicle surgery. This study is a prospective randomized controlled trial with an experimental design. The sample consisted of 2 groups, namely group K (control) and group B (SCPB intervention) with a total sample of 15 people each who met the inclusion criteria. Hemodynamic assessment, use of opioids, isoflurane, postoperative NRS, time of rescue analgesia (WRA), and postoperative rescue opioids were performed. Statistical tests use Mann-Whitney and Wilcoxon, the correlation test with Spearman. The results of this study were more stable hemodynamics, lower intraoperative fentanyl ( $p=0.001$ ) and isoflurane ( $p<0.001$ ) requirement, lower NRS ( $p<0.001$ ), and no rescue in the block group (B). SCPB can reduce the use of anesthetic drugs, reduce pain intensity, and rescue opioids after surgery in patients with clavicle surgery.*

**Key words:** SCPB, fentanyl, isoflurane, NRS, rescue

## DAFTAR ISI

SAMPUL DALAM .....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL .....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Hipotesis .....	5
1.4 Tujuan Penelitian .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Fraktur Klavikula.....	8
2.2 Anatomi Pleksus Servikalis.....	9
2.3 Nyeri Pembedahan dan Paska Bedah.....	12
2.4 Blok Pleksus Servikal .....	17
2.5 Obat Anti Inflamasi Non Steroid (OAINS).....	29
2.6 Parasetamol (Acetaminophen) .....	30
2.7 Dexametason .....	30
2.8 Anestesi Lokal.....	31
2.9 Opioid .....	34
2.9.1 Reseptor Opioid.....	34
2.9.2 Fentanil.....	35
2.10 Isofluran .....	36
2.11 Indeks Bispektral .....	37
2.12 Pupillometri.....	38
BAB III KERANGKA TEORI .....	44
BAB IV KERANGKA KONSEP.....	45
BAB V METODE PENELITIAN .....	46

5.1 Desain Penelitian .....	46
5.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	46
5.3 Populasi.....	46
5.4 Sampel Penelitian dan Cara Pengambilan Sampel .....	46
5.5 Perkiraan Besar Sampel .....	46
5.6 Kriteria Inklusi dan Eksklusi.....	47
5.6.1 Kriteria Inklusi.....	47
5.6.2 Kriteria Eksklusi .....	47
5.6.3 Kriteria <i>drop out</i> .....	47
5.7 Ijin Penelitian dan Kelayakan Etik .....	48
5.8 Metode Kerja.....	48
5.8.1 Alokasi Subyek.....	48
5.8.2 Cara Kerja .....	48
5.9 Alur Penelitian.....	51
5.10 Identifikasi Variabel dan Klasifikasi Variabel .....	52
5.10.1 Identifikasi Variabel.....	52
5.10.2 Klasifikasi Variabel.....	52
5.11 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif .....	53
5.12 Pengolahan dan Analisa Data.....	57
5.13 Jadwal Penelitian .....	58
5.14 Personalia Penelitian.....	58
<b>BAB VI HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>59</b>
6.1 Karakteristik Sampel.....	59
6.2 Karakteristik Tekanan Darah, TAR, Laju Jantung .....	60
6.3 Kebutuhan Isofluran dan Fentanil Intraoperatif .....	77
6.4 Perbandingan NRS Paska Bedah .....	79
6.5 Perbandingan WRA .....	81
6.6 Perbandingan Opioid Paska Bedah.....	82
<b>BAB VII PEMBAHASAN .....</b>	<b>83</b>
7.1 Karakteristik Sampel.....	83

7.2 Karakteristik Tekanan Darah, TAR, Laju Jantung .....	84
7.3 Kebutuhan Isofluran dan Fentanil Intraoperatif .....	85
7.4 Perbandingan NRS Paska Bedah .....	87
7.5 Perbandingan WRA .....	89
7.6 Perbandingan Opioid Paska Bedah.....	90
BAB VIII Kesimpulan dan Saran.....	91
8.1 Kesimpulan .....	91
8.2 Saran .....	91
DAFTAR PUSTAKA.....	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komplikasi blok pleksus servikalis .....	22
Tabel 2.2 Perbandingan anestesi lokal .....	33
Tabel 6.1 Karakteristik sampel menurut jenis kelamin .....	59
Tabel 6.2 Karakteristik sampel menurut umur, berat badan, tinggi badan, indeks massa tubuh dan lama pembedahan .....	59
Tabel 6.3 Perbandingan tekanan darah, TAR, laju jantung saat insisi kulit dan manipulasi periosteum .....	64
Tabel 6.4 Perbandingan perubahan tekanan darah, TAR, dan laju jantung pada kelompok kontrol dan kelompok blok .....	69
Tabel 6.5 Perbandingan jumlah fentanil intraoperatif antara kelompok kontrol dan blok .....	78
Tabel 6.6 Perbandingan jumlah isofluran intraoperatif antara kelompok kontrol dan kelompok blok .....	79
Tabel 6.7 Korelasi lama operasi terhadap isofluran dan fentanil intraoperatif pada kelompok kontrol dan blok .....	79
Tabel 6.8 Perbandingan NRS diam dan gerak paska bedah antara kelompok kontrol dan blok .....	80
Tabel 6.9 Korelasi lama operasi terhadap NRS diam paska bedah pada kelompok kontrol dan blok .....	81
Tabel 6.10 Korelasi lama operasi terhadap NRS gerak paska bedah pada kelompok kontrol .....	81
Tabel 6.11 Perbandingan WRA jam ke-2 dan ke-4 antara kelompok kontrol dan kelompok blok .....	81
Tabel 6.12 Korelasi lama operasi terhadap WRA paska bedah pada kelompok kontrol dan blok .....	82
Tabel 6.13 Perbandingan rescue fentanil paska bedah antara kelompok kontrol dan kelompok blok .....	82
Tabel 6.14 Korelasi lama operasi terhadap rescue fentanil paska bedah pada kelompok kontrol dan blok .....	82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Anatomi pleksus servikal superfisialis .....	10
Gambar 2.2 Anatomi pleksus servikal superfisialis.....	11
Gambar 2.3 Skematik sederhana anatomi pleksus servikal berasal dari C1-C4 nervus spinalis.....	11
Gambar 2.4 Potongan transversal leher .....	12
Gambar 2.5 Potongan transversal leher yang menunjukkan plana fascial.....	12
Gambar 2.6 Empat elemen proses terjadinya nyeri.....	16
Gambar 2.7 Landmark anatomi pleksus servikal yang menunjukkan estimasi prosesus transversus C2-C3-C4-C5-C6.....	23
Gambar 2.8 Peletakkan probe untuk blok pleksus servikal superfisialis.....	24
Gambar 2.9 Blok nervus supraklavikular .....	25
Gambar 2.10 Scan pada C4 .....	26
Gambar 2.11 Jarum dimasukkan ke bawah SCM melalui lapisan fascia .....	27
Gambar 2.12 Fascia prevertebral tampak menjauhi lapisan fascia lainnya dengan injeksi anestesi lokal.....	28
Gambar 2.13 Genangan anestesi lokal di antara fascia .....	28
Gambar 2.14 Aktivitas COX dan lipoxigenase.....	29
Gambar 2.15 Persarafan otot polos iris dan jalur B. Saraf yang memediasi refleks pupil .....	39
Gambar 2.16 Alat pupillometri.....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis data
Lampiran 2. Persetujuan setelah penjelasan
Lampiran 3. Case report form
Lampiran 4. Adverse event form
Lampiran 5. Rekomendasi persetujuan etik

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Fraktur klavikula adalah cedera yang umum terjadi dan diperkirakan berkontribusi sekitar 15% dari fraktur ekstremitas atas dan 5% dari seluruh fraktur. Fiksasi pembedahan direkomendasikan untuk fraktur klavikula yang tidak stabil karena tingginya tingkat lambatnya union, malunion ataupun nonunion dengan tatalaksana konservatif, dan fiksasi juga dapat meningkatkan fungsi yang lebih baik dan kepuasan pasien.<sup>1,2</sup>

Saat ini, *Enhanced Recovery After Surgery* (ERAS) telah menjadi acuan yang sedapat mungkin diaplikasikan untuk semua jenis operasi. Kontrol nyeri adalah salah satu komponen kunci untuk program ini dimana kontrol nyeri yang baik setelah operasi regio klavikula meningkatkan rehabilitasi paska bedah, yang membantu pada mobilisasi dan pemulihan fungsional yang lebih dini, termasuk *range of motion* dan kekuatan otot. Multimodal analgesia yang baik diharapkan mampu menurunkan dosis obat khususnya opioid sehingga menurunkan efek samping yang dapat mengganggu pemulihan paska bedah. Analgesia yang baik juga mengurangi stress akibat operasi dan mampu menjaga kestabilan hemodinamik sehingga tidak terjadi fase katabolik yang berlebihan dan mengganggu pemulihan. Hal ini menekankan manajemen nyeri yang lebih agresif dalam periode paska bedah dini.

*Procedure Specific Postoperative Pain Management* (PROSPECT) yang juga mendukung program ERAS, mendorong banyak studi untuk menemukan tatalaksana atau intervensi yang tepat untuk menangani nyeri dan mempercepat mobilisasi pada setiap jenis operasi secara spesifik.

Operasi regio klavikula umumnya dilakukan dalam anestesi umum saja ataupun anestesi umum dengan kombinasi blok pleksus brachialis untuk kontrol nyeri yang baik. Perhatian pada penggunaan anestesi regional untuk fraktur klavikula ditekankan pada inervasi yang kompleks pada area ini baik dari

persarafan servikal maupun brakial, dan mungkin berbeda diantara pasien sehingga keberhasilan blok saraf tidak selalu berjalan dengan baik.<sup>1</sup>

Blok interscalene tunggal dan kombinasi antara blok interscalene dengan blok pleksus servikal superfisialis (PSS) telah banyak dilakukan untuk operasi regio klavikula, namun memiliki beberapa komplikasi berat dari blok interscalene seperti hemiparalisis diafragma, sindrom Horner, dan pneumothoraks.<sup>3</sup> Fraktur klavikula yang sering disertai dengan kejadian cedera thorakal lainnya membatasi penggunaan blok yang memiliki risiko tinggi penurunan kemampuan respirasi. Penggunaan blok pleksus servikal superfisialis tunggal adalah blok yang aman dan terhindar dari komplikasi tersebut.

Yao Y dkk (2019) telah menunjukkan keberhasilan blok PSS dalam meningkatkan kualitas pemulihan, analgesia paska bedah, kepuasan pasien, menurunkan insiden mual muntah paska bedah, dan menurunkan lama waktu di ruangan pemulihan pada pasien yang menjalani operasi thyroid.<sup>4</sup> Kanthan RK (2016) menunjukkan hasil yang baik terhadap penggunaan blok PSS untuk operasi daerah oral dan maksilofasial dimana dapat menjadi alternatif anestesi umum.<sup>5</sup>

Penggunaan tunggal blok PSS yang dikombinasi dengan anestesi umum untuk operasi regio klavikula khususnya perbaikan fraktur klavikula dan pelepasan implan belum pernah diteliti baik untuk analgesia maupun anestesi. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh pemberian blok pleksus servikal superfisialis tunggal preemtif dengan menggunakan levobupivakain isobarik 0,25% yang dikombinasi dengan anestesi umum terhadap kestabilan hemodinamik dan kebutuhan opioid intraoperatif pada pembedahan regio klavikula.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini:

1. Apakah terdapat perbedaan hemodinamik intraoperatif antara kelompok pasien yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan levobupivakain isobarik 0,25% dan kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif pada prosedur pembedahan regio klavikula?

2. Apakah terdapat perbedaan jumlah kebutuhan opioid intraoperatif antara kelompok pasien yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan levobupivakain isobarik 0,25% dan kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif pada prosedur pembedahan regio klavikula?
3. Apakah terdapat perbedaan kebutuhan gas anestesi isofluran intraoperatif antara kelompok pasien yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan levobupivakain isobarik 0,25% dan kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif pada prosedur pembedahan regio klavikula?
4. Apakah terdapat perbedaan waktu *rescue* analgesia paska bedah antara kelompok pasien yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan levobupivakain isobarik 0,25% dan kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif pada prosedur pembedahan regio klavikula?
5. Apakah terdapat perbedaan jumlah opioid paska bedah antara kelompok pasien yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan levobupivakain isobarik 0,25% dan kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif pada prosedur pembedahan regio klavikula?
6. Apakah terdapat perbedaan *Numeric Rating Scale* paska bedah antara kelompok pasien yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan levobupivakain isobarik 0,25% dan kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif pada prosedur pembedahan regio klavikula?
7. Apakah terdapat korelasi antara lama operasi dengan penggunaan opioid intraoperatif, isofluran intraoperatif, NRS paska bedah, WRA, dan jumlah opioid paska bedah?

### 1.3. Hipotesis

Penelitian ini memiliki hipotesis:

1. Hemodinamik intraoperatif pada kelompok pasien yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan levobupivakain isobarik 0,25% lebih stabil daripada kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif pada prosedur pembedahan regio klavikula.
2. Kebutuhan opioid intraoperatif pada kelompok pasien yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan levobupivakain isobarik 0,25% lebih rendah daripada kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif pada prosedur pembedahan regio klavikula.
3. Kebutuhan isofluran intraoperatif pada kelompok pasien yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan levobupivakain isobarik 0,25% lebih rendah daripada kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif pada prosedur pembedahan regio klavikula.
4. Waktu *rescue* analgesia paska bedah lebih lama pada kelompok pasien yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan levobupivakain isobarik 0,25% daripada kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif pada prosedur pembedahan regio klavikula.
5. Kebutuhan opioid paska bedah lebih sedikit pada kelompok pasien yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan levobupivakain isobarik 0,25% daripada kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif pada prosedur pembedahan regio klavikula.
6. Nilai *Numeric Rating Scale* lebih rendah pada kelompok pasien yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan levobupivakain isobarik 0,25% daripada kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif pada prosedur pembedahan regio klavikula.
7. Terdapat korelasi antara lama operasi dengan penggunaan opioid intraoperatif, isofluran intraoperatif, NRS paska bedah, WRA, dan jumlah opioid paska bedah.

#### 1.4. Tujuan Penelitian

##### 1. Tujuan Umum

Tujuan penelitian ini adalah:

Membandingkan hemodinamik, kebutuhan obat anestesi intraoperatif, waktu *rescue* analgesia paska bedah, jumlah opioid paska bedah, dan *Numeric Rating Scale* paska bedah antara kelompok pasien yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan levobupivakain isobarik 0,25% dan kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif pada prosedur pembedahan regio klavikula.

##### 2. Tujuan Khusus

1. Membandingkan hemodinamik berupa tekanan darah, tekanan arteri rerata dan laju jantung sebelum pembedahan dan selama pembedahan hingga insisi kulit antara kelompok blok yaitu pasien yang menjalani prosedur pembedahan regio klavikula yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif.
2. Membandingkan hemodinamik berupa tekanan darah, tekanan arteri rerata dan laju jantung sebelum pembedahan dan selama pembedahan setelah insisi kulit hingga manipulasi daerah periosteum antara kelompok blok yaitu pasien yang menjalani prosedur pembedahan regio klavikula yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif.
3. Membandingkan kebutuhan opioid selama pembedahan antara kelompok blok yaitu pasien yang menjalani prosedur pembedahan regio klavikula yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif.
4. Membandingkan kebutuhan isofluran selama pembedahan antara kelompok blok yaitu pasien yang menjalani prosedur pembedahan regio klavikula yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif.

5. Membandingkan waktu *rescue* analgesia paska pembedahan antara kelompok blok yaitu pasien yang menjalani prosedur pembedahan regio klavikula yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif.
6. Membandingkan jumlah opioid *rescue* paska pembedahan antara kelompok blok yaitu pasien yang menjalani prosedur pembedahan regio klavikula yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif.
7. Membandingkan *Numeric Rating Scale* paska pembedahan antara kelompok blok yaitu pasien yang menjalani prosedur pembedahan regio klavikula yang diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif dengan kelompok yang tidak diberikan blok pleksus servikal superfisialis preemtif.
8. Menilai korelasi antara lama operasi dengan penggunaan opioid intraoperatif, isofluran intraoperatif, NRS paska bedah, WRA, dan jumlah opioid paska bedah.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi ilmiah tentang penggunaan blok pleksus servikal superfisialis preemtif pada prosedur pembedahan regio klavikula.
2. Dapat diterapkan secara klinis sebagai salah satu teknik analgesia selama pembedahan pada prosedur pembedahan regio klavikula.
3. Dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut mengenai efektivitas penggunaan blok pleksus servikal superfisialis preemtif pada prosedur pembedahan regio klavikula.
4. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan terutama ilmu anestesi.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Fraktur Klavikula**

Trauma pada daerah thorakal dapat berupa fraktur klavikula, fraktur iga, fraktur sternum, kontusio paru, kontusio miokard, cedera aorta thorakal, pneumothoraks, hemothoraks, laserasi regio thoraks, cedera spina thorakal, atau bahkan fraktur multipel yang meliputi campuran dari cedera tersebut. Fraktur klavikula sendiri adalah patahnya tulang selangka, salah satu tulang utama di bahu. Jenis patah tulang ini cukup umum—terhitung sekitar 5 persen dari semua patah tulang orang dewasa.<sup>2,6</sup> Menurut Laarhoven dkk (2016), politrauma daerah thorakal lebih banyak pada pasien dengan fraktur klavikula dibandingkan dengan pasien tanpa fraktur klavikula (76% vs 47%; OR 3.6; 95% CI 2.45-5.24).<sup>6</sup> Tulang selangka yang patah bisa sangat menyakitkan dan membuat lengan sulit digerakkan. Sebagian besar patah tulang terjadi di bagian tengah dari tulang. Kadang-kadang, tulang akan patah di tempat ia menempel pada tulang rusuk atau tulang belikat.<sup>2,6</sup>

Fraktur klavikula bervariasi. Tulang dapat sedikit retak atau pecah menjadi banyak bagian (fraktur kominutif). Potongan tulang yang patah mungkin berbaris lurus atau mungkin jauh dari tempatnya (fraktur bergeser).

Fraktur klavikula paling sering disebabkan oleh pukulan langsung ke bahu, biasa terjadi saat jatuh ke bahu atau tabrakan mobil. Jatuh ke lengan yang direntangkan juga bisa menyebabkan patah tulang selangka. Pada bayi, fraktur klavikula dapat terjadi selama perjalanan melalui jalan lahir.

Dahulu fraktur klavikula yang diobati tanpa operasi dengan tingkat nonunion dilaporkan serendah 0,1%. Namun, beberapa ahli bedah menyarankan orang dewasa muda dengan fraktur klavikula yang bergeser atau fraktur klavikula distal yang bergeser mungkin memiliki fungsi yang lebih baik jika pemulihan disesuaikan menurut anatomi alaminya. Indikasi untuk operasi terbuka lebih jelas bila ada nonunion atau malunion yang menyakitkan. Baik dilakukan secara akut atau tertunda, pembedahan sepanjang tulang klavikula membawa risiko parestesia dinding dada proksimal atau sekitar insisi yang mungkin berasal dari cedera saraf

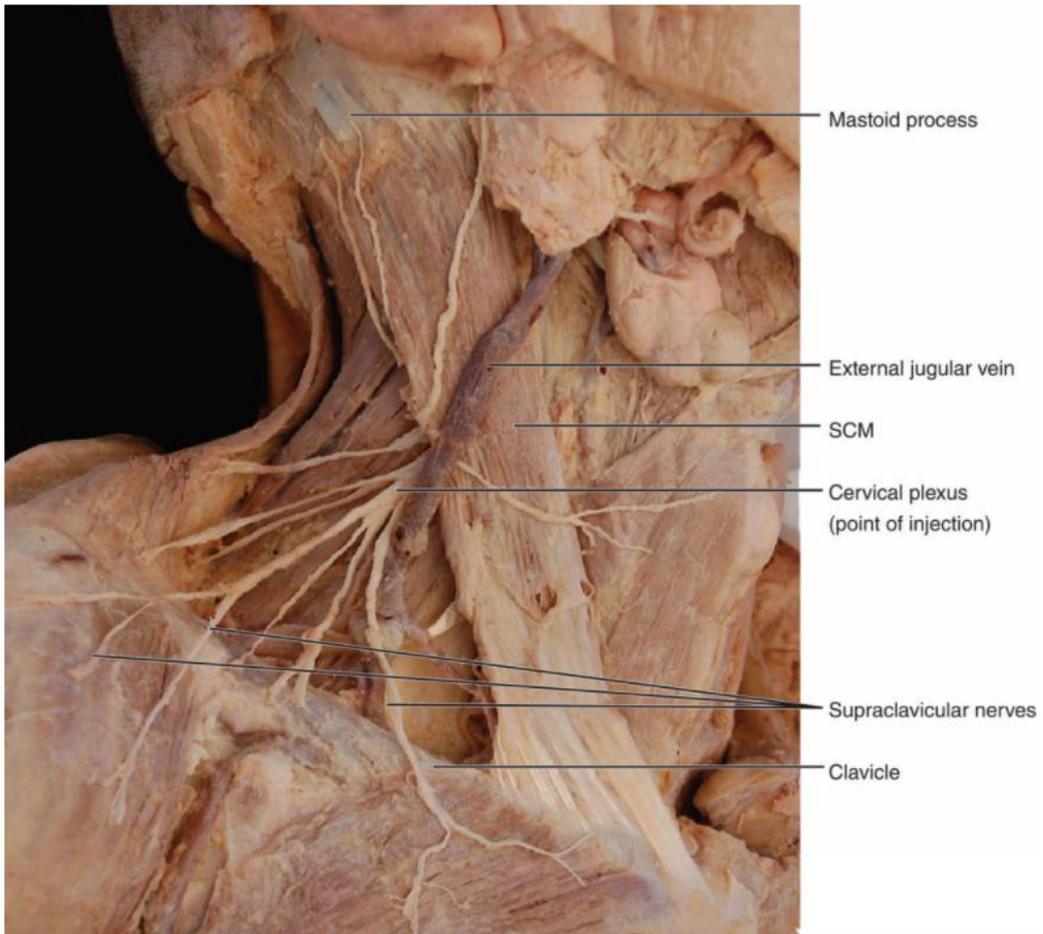
supraklavikula. Tingkat parestesia dinding dada insisional dan proksimal berkisar antara 10% hingga 29% setelah fiksasi klavikula secara operatif.<sup>7,8</sup>

## **2.2 Anatomi Pleksus Servikalis**

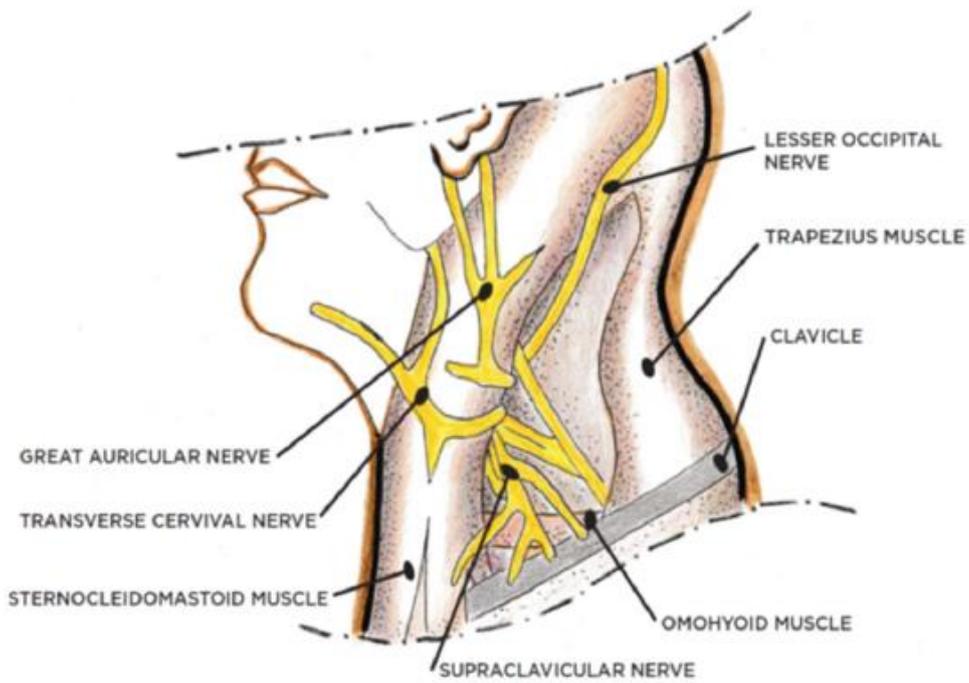
Pleksus servikalis adalah sekelompok serabut saraf yang mempersarafi persarafan ke beberapa bagian regio servikalis. Pleksus dibentuk oleh rami anterior (divisi) saraf tulang belakang leher C1-C4. Pleksus berada di bagian anterior dari vertebra servikal empat teratas, terletak pada levator anguli scapulae dan musculus skalenus medius, dan ditutup oleh musculus sternocleidomastoideus. Cabang saraf pleksus servikalis dapat dibagi menjadi cabang otot dan cabang sensorik. Cabang otot pleksus servikalis yang muncul dari rami anterior C3-C5 terletak jauh di dalam cabang sensorik dan memasok otot-otot daerah servikalis dan diafragma, yang diinervasi oleh nervus frenikus. Saraf tulang belakang C1 hanya memiliki cabang motorik dan mempersarafi otot geniohyoid dan thyrohyoid.<sup>7-9</sup>

Ansa cervicalis adalah jaringan saraf, dibentuk oleh akar saraf C1-C3 yang mempersarafi otot omohyoid, sternohyoid dan sternothyroid. Selain itu, beberapa cabang lain berasal dari C1 hingga C4 yang juga mempersarafi otot leher dan punggung (misalnya skalenus tengah dan anterior, sternocleidomastoideus (SCM), levator skapula, dan otot trapezius). Cabang nervus C4 dapat memiliki cabang yang bergabung dengan C5 dan membentuk pleksus brachialis. Cabang-cabang pleksus servikalis superfisialis memasok kulit leher, dada bagian atas, kulit kepala dan telinga. Cabang-cabang utama pleksus servikalis superfisialis adalah:<sup>7-9</sup>

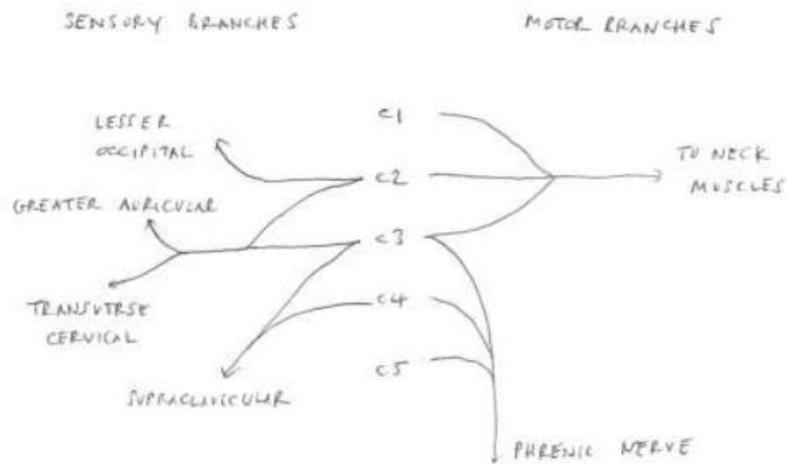
- a. Nervus oksipital minor: terdiri dari cabang-cabang dari C2 dan C3 yang bertanggung jawab akan sensasi kulit kepala posterosuperior.
- b. Nervus servikalis transversal: mencakup cabang dari C2 dan C3 yang memberikan cabang sensorik ke kulit anterolateral leher dan sternum atas.
- c. Nervus aurikularis magna: terdiri dari cabang-cabang dari C2 dan C3; memberikan sensasi pada telinga luar dan kulit di atas kelenjar parotid
- d. Saraf supraklavikula: cabang dari C3 dan C4 bergabung membentuk saraf ini yang mendistribusikan sensasi ke kulit di atas fossa supraklavikula dan daerah dada bagian atas dan sendi sternoklavikularis.



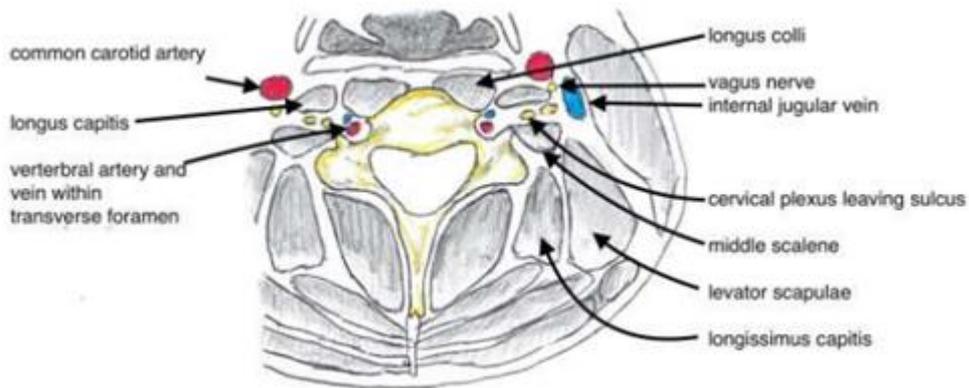
**Gambar 2.1.** Anatomi pleksus servikalis superfisialis<sup>10</sup>



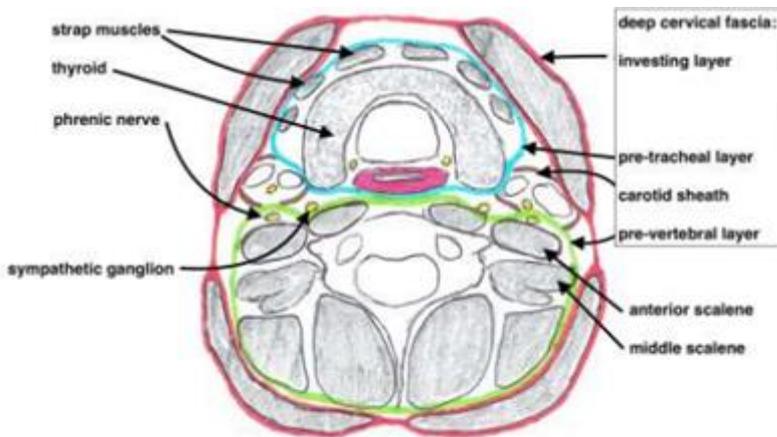
**Gambar 2.2.** Anatomi pleksus servikalis superfisialis<sup>9</sup>



**Gambar 2.3.** Skematik sederhana anatomi pleksus servikalis berasal dari C1-C4 nervus spinalis<sup>3</sup>



**Gambar 2.4.** Potongan transversal leher<sup>3</sup>



**Gambar 2.5.** Potongan transversal leher yang menunjukkan plana fascial<sup>3</sup>

### 2.3 Nyeri pembedahan dan paska bedah

*International Association for Study of Pain (IASP)*, mendefinisikan nyeri sebagai suatu pengalaman sensorik dan emosional yang tidak menyenangkan yang secara tipikal disebabkan oleh, atau menyerupai, kerusakan jaringan aktual atau potensial. Nyeri memiliki dua komponen utama, yaitu komponen emosional (psikogenik) dan sensorik (fisik). Nyeri dapat dibagi berdasarkan waktu dan lamanya berlangsung (transien, intermiten, atau persisten), intensitas (ringan, sedang dan berat), karakteristik nyeri (tajam, tumpul, dan terbakar), ataupun penjarannya (superfisial, dalam, lokal atau difus). Nyeri dapat menggambarkan penderitaan melalui komponen kognitif dan emosionalnya. Refleks

motorik menghindar dan gangguan otonom yang muncul dari jaras sensoris berkaitan dengan pengalaman nyeri.<sup>11-13</sup>

Nyeri akut merupakan respon fisiologi normal akibat dari stimulus kimia, suhu, atau mekanik. Nyeri akut membaik dalam 1 bulan pertama. Nyeri akut yang ditangani kurang optimal dapat menghasilkan patofisiologi perifer dan sentral untuk menjadi nyeri kronik (plastisitas neuron).<sup>14</sup>

Dalam beberapa dekade terakhir, berbagai penelitian telah menemukan bahwa nyeri akut setelah operasi memiliki patofisiologi yang berbeda yang memperlihatkan keterlibatan sensitisasi perifer dan sentral serta faktor humoral yang berkontribusi terhadap nyeri yang terjadi. Jejas jaringan akibat pembedahan menyebabkan aktivasi dan sensitisasi nosiseptor. Akibat dari hal ini adalah individu menderita nyeri berkelanjutan meskipun dalam kondisi istirahat dan juga mengalami peningkatan respons terhadap rangsangan di tempat cedera (hiperalgesia primer). Hal ini dapat mengganggu fungsionalitas dan seringkali mengakibatkan lambatnya pemulihan. Pelepasan mediator baik secara lokal maupun sistemik selama dan setelah operasi yang berkontribusi terhadap sensitisasi nosiseptor meliputi: prostaglandin, sitokin, dan neurotropin (misalnya *Nerve Growth Factor* (NGF), *glial-derived neurotrophic factor* (GDNF), *Neurotrophin* (NT)-3, NT-5, dan *brain-derived neurotrophic factor* (BDNF)). Substansi P merupakan neuropeptida yang menjadi mediator penting ketika terjadi kerusakan jaringan. Substansi P dilepaskan oleh serat C dan A $\delta$  ketika terjadinya trauma yang mengganggu terminal saraf sensorik primer. Neuropeptida ini telah lama dikaitkan dengan pemrosesan nyeri karena terletak di aferen primer, berdiameter kecil, dan dilepaskan setelah adanya kerusakan jaringan. Sejumlah besar substansi P di sumsum tulang belakang mempengaruhi transmisi nosiseptif.<sup>13,15</sup>

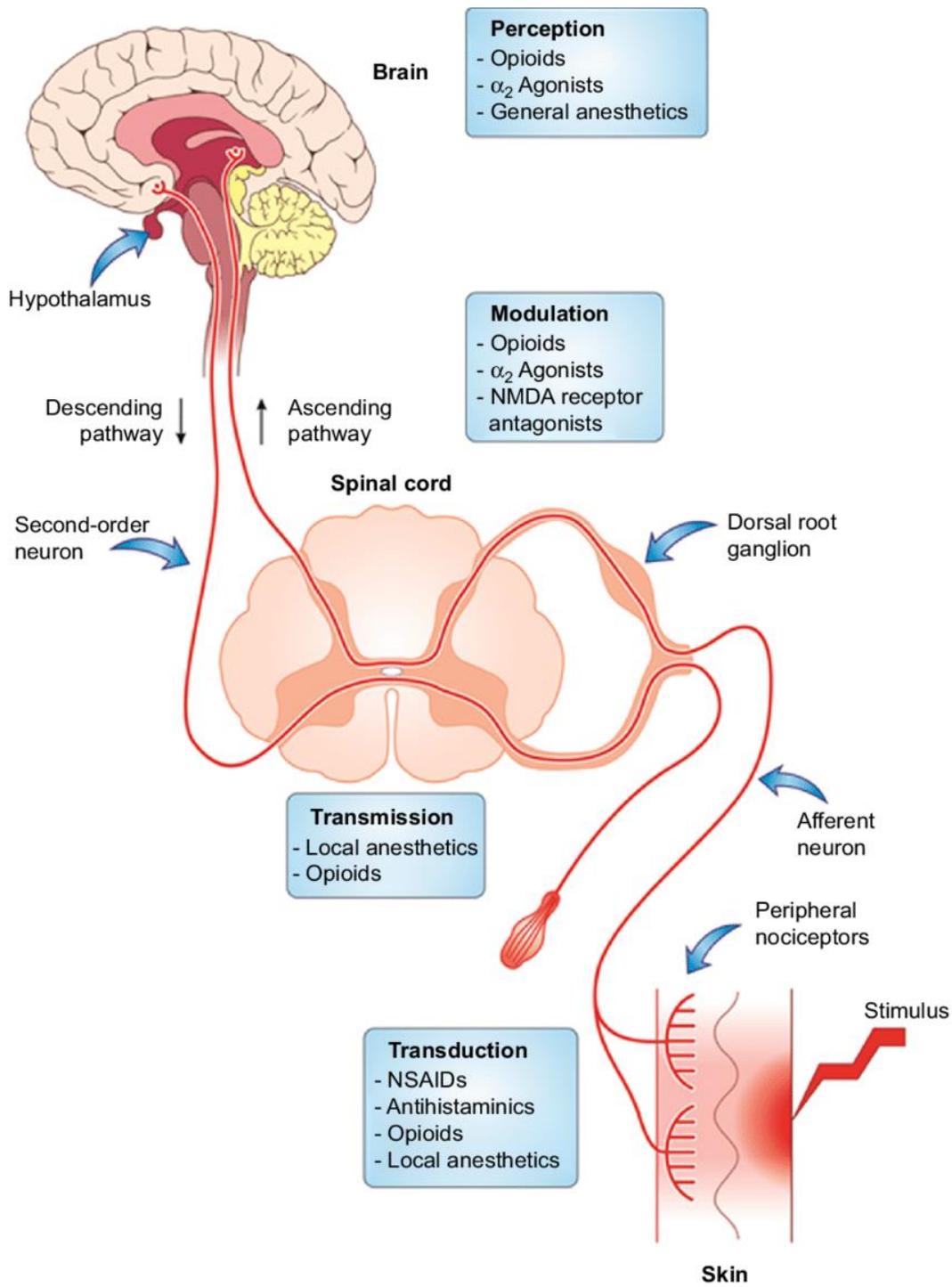
Nyeri paska bedah mempunyai karakteristik berupa sensitisasi di perifer dan sentral dari susunan saraf, yang lebih dikenal sebagai nyeri klinis. Sekali terjadi sensitisasi sistem saraf, maka suatu stimulus lemah yang dalam keadaan normal tidak menimbulkan nyeri akan terasa nyeri, hal ini yang dinamakan dengan alodinia. Sedangkan stimulus yang cukup untuk menimbulkan nyeri terasa amat nyeri dinamakan hiperalgesia. Sensitisasi paska bedah akan mengakibatkan penderitaan

bagi pasien sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan angka morbiditas serta mortalitas paska bedah dan juga berdampak pada konsekuensi psikologis yang merugikan serta keterlambatan pemulihan pasien untuk kembali pada aktivitas sehari-harinya. Nyeri paska bedah yang tidak dikelola dengan baik juga dapat berdampak pada kejadian nyeri paska bedah yang persisten. Oleh karena itu, pengobatan agresif nyeri paska bedah akut dianggap sangat bermanfaat.<sup>13</sup>

Nyeri paska bedah adalah nyeri yang terjadi akibat adanya kerusakan jaringan yang nyata (*actual tissue damage*) yang diikuti proses inflamasi. Salah satu contoh nyeri akut adalah nyeri paska bedah. Terdapat suatu rangkaian proses elektrofisiologis di antara kerusakan jaringan sampai dirasakan sebagai persepsi nyeri yang disebut nosisepsi. Terdapat 4 proses yang terjadi pada suatu nosisepsi:<sup>15,16</sup>

1. Proses transduksi, merupakan proses perubahan rangsang nyeri menjadi suatu aktifitas listrik yang akan diterima di ujung saraf. Rangsang ini dapat berupa rangsang fisik (tekanan), suhu, atau kimia. Awal kerusakan dan inflamasi menyebabkan sensitisasi pada serabut C dan A $\delta$  dimana terjadi peningkatan aktivitas nosiseptor yang normalnya tenang dan perubahan aktivitas kanal ion dan reseptor membran. Proses transduksi ini dapat dihambat oleh OAINS, antiinflamasi steroid, anestesi lokal yang memiliki efek antiinflamasi seperti lidocaine, antihistamine, antagonis bradikinin dan serotonin, dan opioid. Nosiseptor memiliki susunan saluran kalsium yang terlibat dalam proses modulasi, menghantarkan sinyal listrik, dan dalam melepaskan transmitter, saluran kalsium dibentuk oleh tetramer dari empat subunit  $\alpha 1$ , masing-masing analog dengan salah satu subunit. Empat subunit yang dikodekan oleh protein saluran natrium serta subunit  $\alpha 2\delta$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$ .
2. Proses transmisi, merupakan penyaluran aksi potensial dari ujung nosisepsi perifer melalui serabut saraf bermielin dan tidak bermielin hingga ujung presinaps. Ujung presinaps kemudian berhadapan dengan interneuron dan neuron urutan kedua. Interneuron dapat memudahkan atau menghambat transmisi sinyal ke neuron urutan kedua. Proses ini dapat dihambat oleh obat anestesi lokal.

3. Modulasi adalah proses interaksi antara sistem analgesik endogen yang dihasilkan oleh otak dengan rangsang noksius yang masuk di kornu posterior medulla spinalis. Analgesik endogen (enkefalin, endorfin, serotonin, noradrenalin) dapat memblokir rangsang noksius pada kornu posterior medulla spinalis dimana kornu posterior bekerja layaknya pintu yang dapat terbuka dan tertutup untuk menyalurkan rangsang noksius ke neuron kedua tergantung dari peran dari analgesik endogen tersebut. Proses modulasi ini dipengaruhi oleh pendidikan, motivasi, status emosional dan kultur seseorang. Proses modulasi inilah yang menyebabkan persepsi nyeri menjadi sangat subyektif pada setiap individu yang dipenuhi makna atau arti suatu rangsang noksius. Proses modulasi ini juga dapat dipengaruhi oleh pemberian opioid eksogen, antikolinesterase, antagonis reseptor NMDA, dan gabapentinoid.
4. Persepsi adalah hasil akhir dari interaksi yang kompleks dari proses transduksi, transmisi dan modulasi, yang dihasilkan dari integrasi input nyeri ke korteks somatosensoris dan limbik dan bersifat subyektif. Obat – obat yang bekerja di sentral pada tahap persepsi adalah agonis- $\alpha_2$ , penghambat COX, paracetamol, ketamine, opioid, dan gabapentinoid.



Gambar 2.6. Empat elemen proses terjadinya nyeri<sup>17</sup>

Stres paska bedah menghasilkan sitokin, aktivitas neuroendokrin, dan simpatoadrenal yang menjadi beban fisiologi pasien. Hormon katabolik seperti kortisol, glukagon, adrenaline akan menghambat aktivitas hormon anabolik selama stres berlangsung. Hasil dari aktivitas katabolik yang dapat ditemukan pada pasien adalah hiperglikemia, keseimbangan nitrogen negatif, penyembuhan luka paska bedah yang buruk, kelelahan, dan gangguan sistem imun.<sup>18</sup>

Analgesia preemptif dan preventif sangat disarankan dalam penanganan nyeri perioperatif untuk mengurangi stres paska bedah. Tujuan dari penanganan nyeri ini adalah menghambat perkembangan dari nyeri akut, yang secara teori dapat mencegah aktivitas reseptor NMDA dari kornu dorsalis, sehingga mencegah perkembangan dari nyeri akut menjadi nyeri persisten.

Komponen analgesia preventif adalah: 1) analgesia yang cukup untuk menghambat semua rangsangan noxius selama prosedur bedah, 2) teknik analgesia yang meliputi seluruh lapangan bedah, 3) durasi analgesia selama prosedur bedah hingga paska bedah.<sup>18,19</sup>

## **2.4 Blok pleksus servikal**

Dari sudut pandang anatomi, blok pleksus servikalis dapat dibagi menjadi tiga tingkatan: tingkat dalam, menengah (intermediate), dan superfisial.<sup>2,6-8,20</sup>

### **1. Blok pleksus servikalis dalam**

Blok pleksus servikalis dalam pada dasarnya adalah blok saraf paravertebral; saraf tulang belakang dapat diblok baik dengan suntikan tunggal atau dengan tiga suntikan terpisah pada saraf tulang belakang C2-C4. Vertebra servikalis dapat dengan mudah divisualisasikan dengan menggunakan transduser ultrasonografi frekuensi tinggi baik pada bidang pencitraan sagital atau transversal. Untuk penilaian tingkat vertebra servikalis, prosesus transversus diperiksa pada plana transversal (aksial). Prosesus transversus digambarkan sebagai formasi hyperechoic dengan bayangan akustik posterior pada ultrasonografi. Tuberkulum anterior dari prosesus transversal secara selektif tidak ada di vertebra C7 dan dianggap sebagai penanda kunci untuk membedakan vertebra ini dari yang lain. Otot paravertebral servikalis, fascia

servikalis dalam dan prosesus transversal mudah diidentifikasi. Arteri vertebralis paling rentan terhadap tusukan yang tidak disengaja pada titik ini tetapi dihindari dengan visualisasi dengan ultrasonografi (tampilan transversal atau aksis panjang). Di bawah panduan ultrasonografi, LA disuntikkan ketika jarum blok saraf dimajukan dan kontak dengan prosesus transversal. Selain itu, ruang antara prosesus transversus servikalis dan fascia servikalis dalam dapat divisualisasikan. Keberhasilan blok pleksus servikalis dalam dapat dengan mudah dicapai dengan menyuntikkan LA ke dalam ruang antara fascia perivertebral dan prosesus transversus servikalis di bawah panduan ultrasonografi.

## 2. Blok pleksus servikalis intermediate

Untuk pendekatan blok pleksus servikalis intermediate, segitiga posterior leher dipindai dan ruang antara musculus SCM dan fascia perivertebral divisualisasikan. Injeksi LA dilakukan di dalam *fascia band* antara levator skapula atau otot skalenus medius dan SCM. Sejauh ini, tidak ada penelitian yang membandingkan efikasi dan keamanan injeksi LA pada tingkat levator skapula atau otot skalenus medius. Otot yang paling kaudal mengarah ke blok saraf pleksus brakialis.

Blok pleksus servikalis intermediate dapat memberikan efek anestesi dan analgesik yang berbeda dibandingkan dengan blok pleksus servikalis superfisial. Hal ini dapat dijelaskan oleh fakta bahwa ada komunikasi antara ruang servikalis superfisial dan dalam melalui fascia perivertebral. Fascia perivertebral mungkin memiliki sifat permeabel (hipotesis Pandit) yang memungkinkan penyebaran LA di ruang paravertebral servikalis setelah penerapan blok pleksus servikalis intermediate. Premis ini dianggap tidak berdasar oleh penulis lain, dimana pendapat lain menganggap bahwa fascia perivertebral tidak dapat ditembus dan berfungsi sebagai penghalang yang kuat untuk penyebaran LA menuju ruang paravertebral dan saraf frenikus. Dari sudut pandang klinis, kombinasi blok pleksus servikalis dalam dan menengah tidak mempengaruhi fungsi saraf frenikus setelah dilihat dengan ultrasonografi.

Namun demikian, bukti yang lebih kuat dan lebih konkret diperlukan untuk memastikan apakah kelumpuhan saraf frenikus dapat dihindari dengan blok pleksus servikalis intermediate. Pleksus servikalis diketahui memberikan proprioseptif, persarafan sensorik dan motorik ke muskulus SCM. Selain itu, anastomosis komponen pleksus servikalis dengan saraf aksesori tulang belakang juga ada. Oleh karena itu, ada kemungkinan bahwa blok pleksus servikalis intermediate dapat memblokir keempat cabang kulit serta semua cabang motorik pleksus servikalis ke muskulus SCM. Oleh karena itu blok ini memberikan anestesi dan analgesia yang memadai untuk semua operasi yang mencakup manipulasi atau eksisi SCM.

### 3. Blok pleksus servikalis superfisial

Blok pleksus servikalis superfisial yang dipandu USG adalah blok saraf yang mudah dengan tingkat keberhasilan tinggi yang menghindari insersi jarum yang dalam, sehingga meminimalkan komplikasi yang berat. Tujuan dari blok ini adalah mendeposit anestesi lokal di dekat cabang sensoris dari akar saraf C2, C3, dan C4. Injeksi LA dilakukan secara subkutan tepat di batas posterior muskulus SCM. Transduser ultrasonografi ditempatkan secara melintang di segitiga servikalis posterior, di sepanjang batas posterior muskulus SCM. Meskipun keuntungan besar dari teknik USG didasarkan pada kemampuannya untuk memvisualisasikan dan memastikan perluasan LA di bidang anatomi yang berdekatan, teknik anatomi-landmark, yang sama-sama aman dan mudah, masih dianggap sebagai metode pilihan. Indikasi blok ini adalah anestesi yang adekuat dan/atau analgesia terhadap kulit, leher anterolateral, struktur superfisial telinga, klavikula, dan sendi akromioklavikular sehingga dapat dipakai pada operasi endarterektomi karotis, diseksi nodus limpatik, operasi leher superfisial, insersi kateter vena sentral jugular, fraktur klavikula dan perbaikan laserasi, serta drainase abses daerah telinga dan submandibular.

Blok pleksus servikal superfisialis membutuhkan 10–15 mL anestesi lokal (3–5 mL pada setiap arah/injeksi). Karena blok motorik bukan menjadi tujuan dengan teknik ini, konsentrasi anestesi lokal kerja panjang yang lebih rendah paling sering digunakan (misalnya, ropivakain 0,2-0,5% atau bupivakain 0,25%). Konsentrasi yang lebih tinggi, bagaimanapun, dapat menghasilkan tingkat keberhasilan yang lebih besar dan durasi blokade yang lebih lama. Peralatan yang dibutuhkan adalah set anestesi regional standar:<sup>10</sup>

- Handuk steril dan duk steril ukuran 4-in. × 4-in.
- Siringe 20-mL dengan anestesi lokal
- Sarung tangan steril, *marking pen*
- Jarum 25 gauge 1.5-in. untuk blok infiltrasi

Pasien diposisikan supine atau setengah duduk dengan kepala menghadap ke sisi kontralateral, atau decubitus lateral. Posisi decubitus lateral dapat memberikan peletakkan ultrasound pada pasien dengan posisi ergonomis yang optimal. Pada pasien obesitas, bagian tepi posterior SCM akan sulit diidentifikasi. Hal ini dapat dibantu dengan mengangkat kepala dari tempat tidur agar palpasi daerah posterior SCM dapat dilakukan. Pada teknik *landmark*, maka penanda anatomi dan titik insersi jarum ditandai seperti pada gambar 7. Setelah membersihkan kulit dengan larutan antiseptik, lakukan *skin wheal* di lokasi insersi jarum dengan menggunakan jarum 25-gauge. Menggunakan teknik "kipas" dengan pengarah jarum superior dan inferior, anestesi lokal disuntikkan di sepanjang batas posterior muskulus SCM, sejauh 2-3 cm ke bawah dan ke atas dari tempat insersi. Tujuannya adalah untuk mencapai blokade keempat cabang utama pleksus servikalis superfisial. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, tujuan injeksi adalah untuk menginfiltrasi anestesi lokal secara subkutan dan di belakang otot sternokleidomastoid. Insersi jarum yang dalam harus dihindari (misalnya, >1–2 cm).

Teknik USG menggunakan probe linear frekuensi tinggi dengan arah transversal untuk pendekatan *in plane* (pararel pada aksis probe). Probe diletakkan pada lokasi di titik tengah pada sisi posterior muskulus SCM (di tengah antara klavikula dengan mastoid). Titik tengah ini kira – kira berada pada tingkat C4 dan

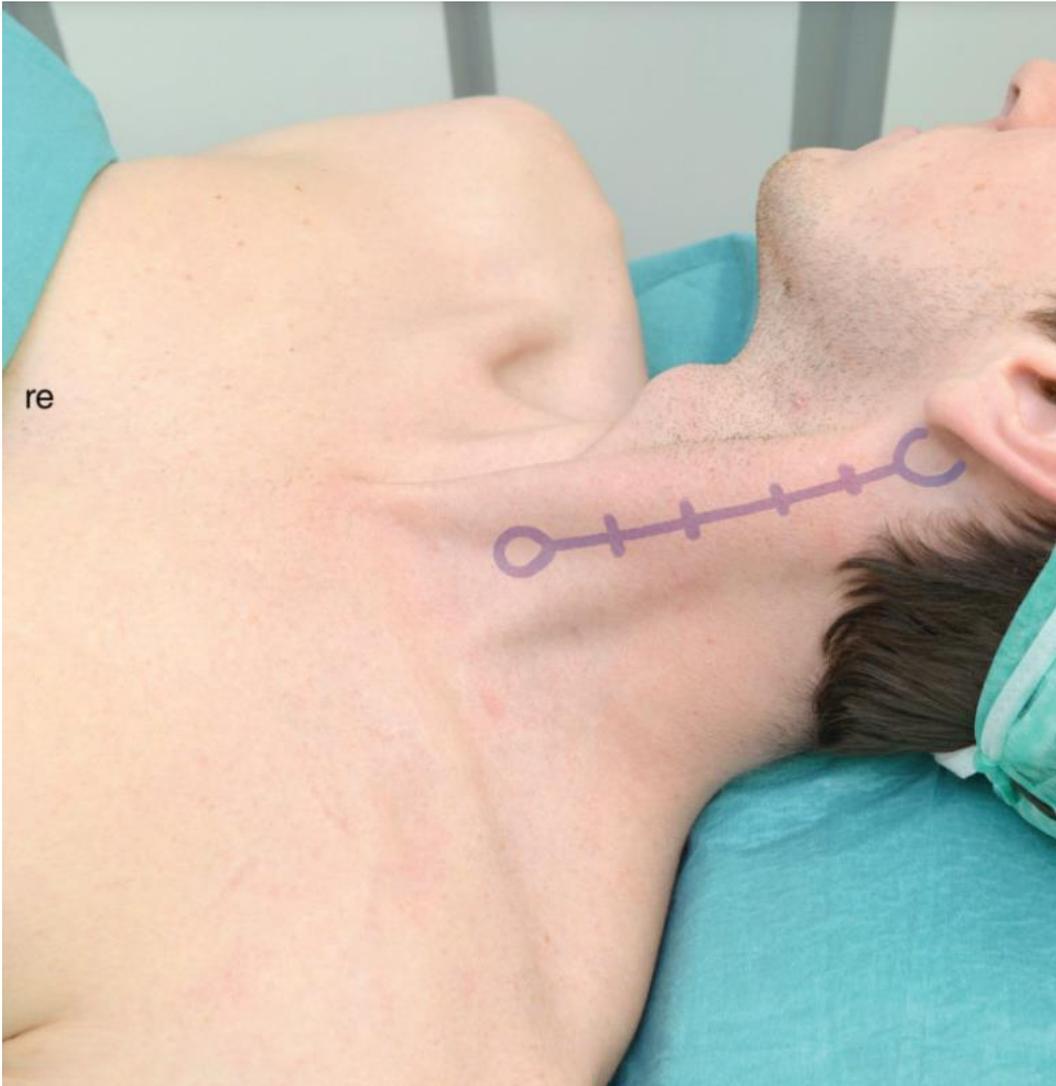
mengarah pada prosesus thyroid. Marker probe mengarah medial ke arah kartilago thyroid. Kulit dilakukan desinfeksi dan dilakukan *drapping* dan jarum diinsersi dari lateral ke medial 1 hingga 2 cm ke bawah sisi posterior dari muskulus SCM. Letakkan ujung jarum pada lapisan fasia di posterolateral muskulus SCM dan superior dari levator scapula.

Blok pleksus servikalis superfisial tidak terlalu mengganggu kenyamanan pasien sehingga sedasi tidak diperlukan. Seperti pada blok pleksus servikalis dalam, cakupan sensorik leher cukup kompleks sehingga persarafan dari cabang pleksus servikalis dari sisi leher yang berlawanan harus dipertimbangkan. Onset blok ini adalah sekitar 10-15 menit; tanda pertama dari blokade adalah penurunan sensasi pada distribusi pleksus servikalis superfisial. Menurut penelitian, panduan USG sampai saat ini belum menunjukkan keunggulan dibandingkan teknik berbasis landmark.<sup>10,20</sup>

Komplikasi dapat terjadi dengan blok pleksus servikalis dalam dan superfisial (Tabel 1). Infeksi, pembentukan hematoma, blok saraf frenikus, toksisitas anestesi lokal, cedera saraf, dan anestesi subarachnoid atau epidural yang tidak disengaja semuanya dapat terjadi saat melakukan blok ini, khususnya pada blok pleksus servikalis dalam. Dalam studi prospektif besar dari 1000 blok untuk operasi arteri karotis, Davies dan rekan melaporkan hanya 6 blok (0,6%) yang menunjukkan bukti injeksi intravaskular. Komplikasi lain yang mungkin termasuk serangan iskemik transien baik selama operasi atau pada periode paska bedah dan blokade saraf laring rekuren. Seperti blok saraf lainnya, risiko komplikasi dapat dikurangi dengan teknik yang cermat dan teliti.<sup>10</sup>

**Tabel 2.1.** Komplikasi blok pleksus servikalis<sup>10</sup>

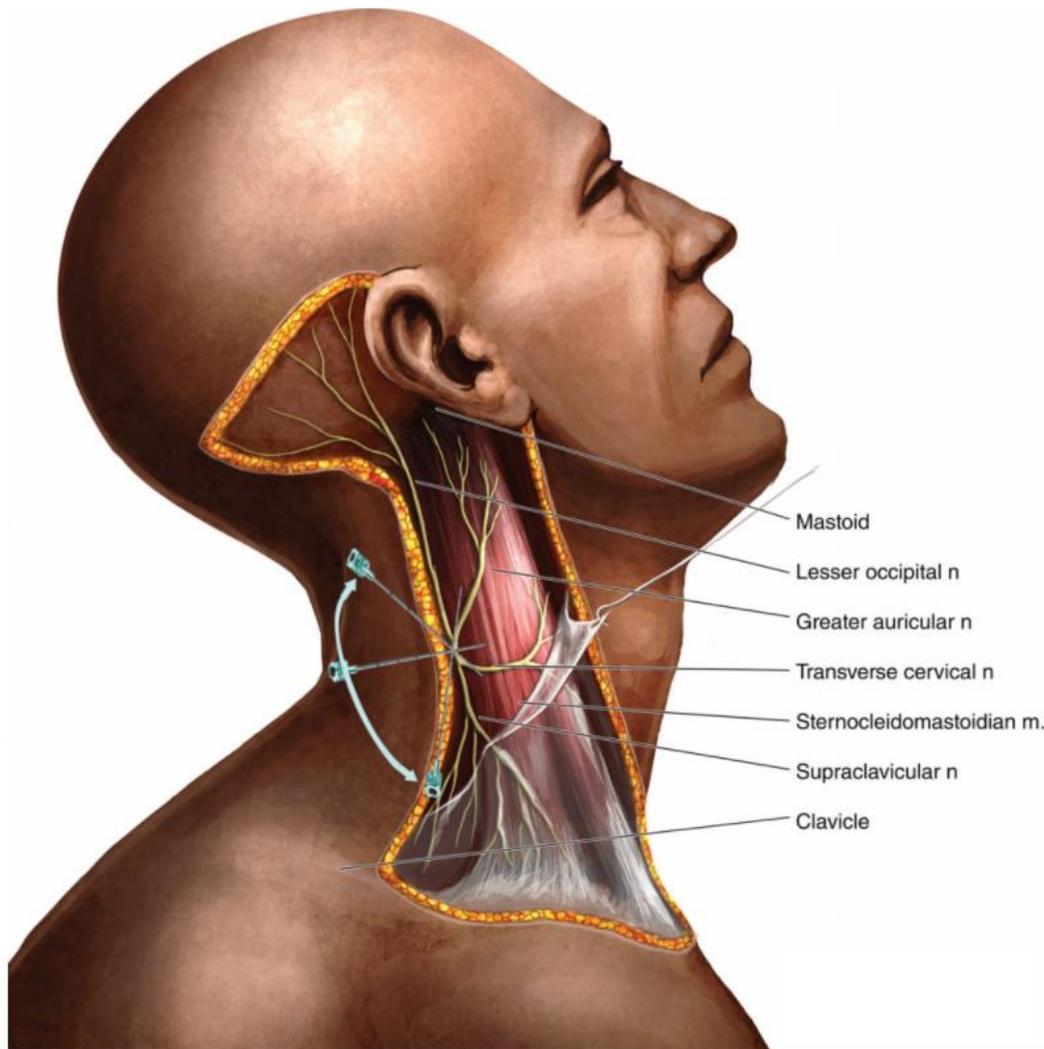
<b>Komplikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Infeksi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Risiko rendah</li></ul>
Hematoma	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hindari insersi jarum multipel, khususnya pada pasien dengan antikoagulan</li><li>• Tekan selama 5 menit jika arteri karotis yang tertusuk</li></ul>
Blokade nervus frenikus	<ul style="list-style-type: none"><li>• Blokade nervus frenikus (paresis diafragmatika) dapat terjadi pada blok pleksus servikalis dalam</li><li>• Blok pleksus servikalis dalam harus berhati – hati pada pasien dengan penyakit respirasi yang signifikan (hindari blok pleksus servikalis dalam bilateral)</li><li>• Blokade nervus frenikus tidak terjadi setelah blok pleksus servikalis superfisial</li></ul>
Toksisitas anestesi lokal	<ul style="list-style-type: none"><li>• Toksisitas sistem saraf pusat adalah konsekuensi yang paling serius dari blok pleksus servikalis</li><li>• Komplikasi ini terjadi karena kayanya vaskularisasi pada leher, termasuk pembuluh darah arteri karotis dan vertebra dan biasanya disebabkan injeksi intravaskular dibandingkan dengan absorpsi</li></ul>
Cedera nervus	<ul style="list-style-type: none"><li>• Anestesi lokal sebaiknya tidak pernah diinjeksi melawan resistensi atau ketika pasien mengeluh nyeri hebat pada injeksi</li></ul>
Anestesi spinal	<ul style="list-style-type: none"><li>• Komplikasi ini mungkin terjadi dengan injeksi anestesi lokal dengan volume yang besar ke dalam kantung dura yang terhubung dengan nervus pleksus servikalis.</li><li>• Aspirasi sebelum injeksi, hindari tekanan berlebih dan volume tinggi selama injeksi untuk menghindari komplikasi ini</li></ul>



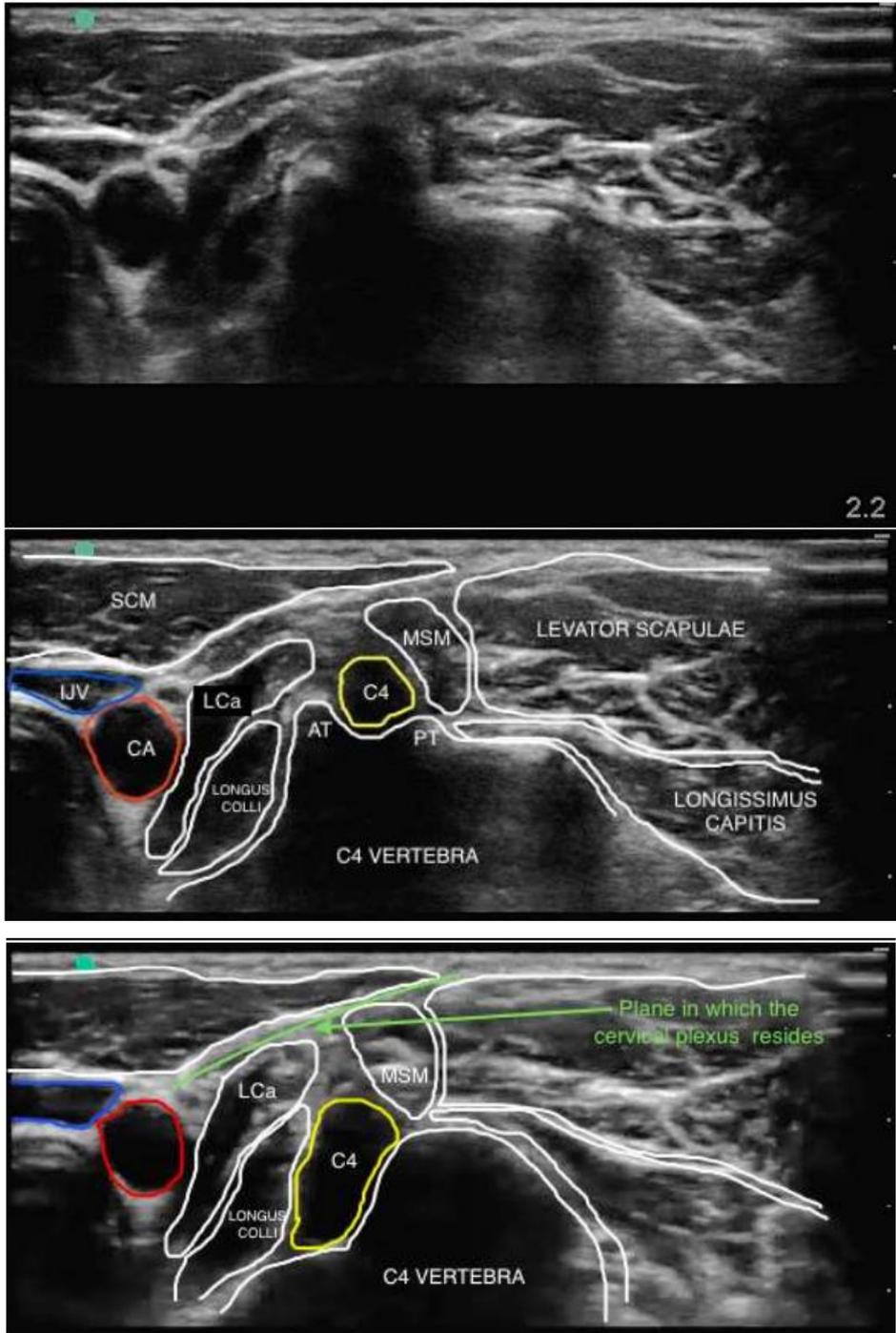
**Gambar 2.7.** Landmark anatomi pleksus servikalis yang menunjukkan estimasi prosesus transversus C2-C3-C4-C5-C6<sup>10</sup>



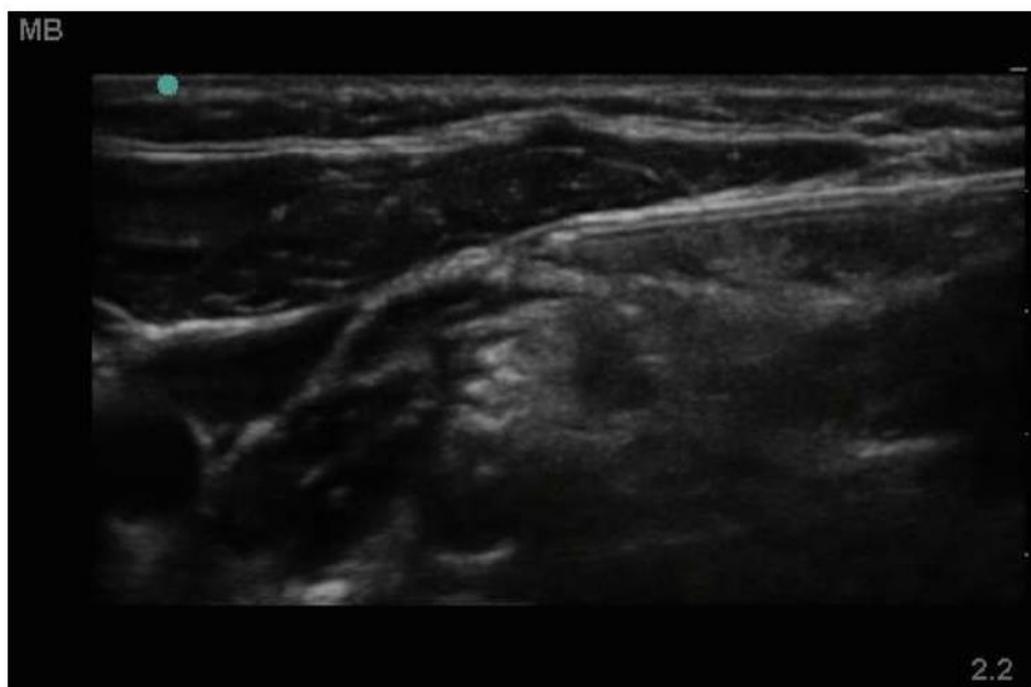
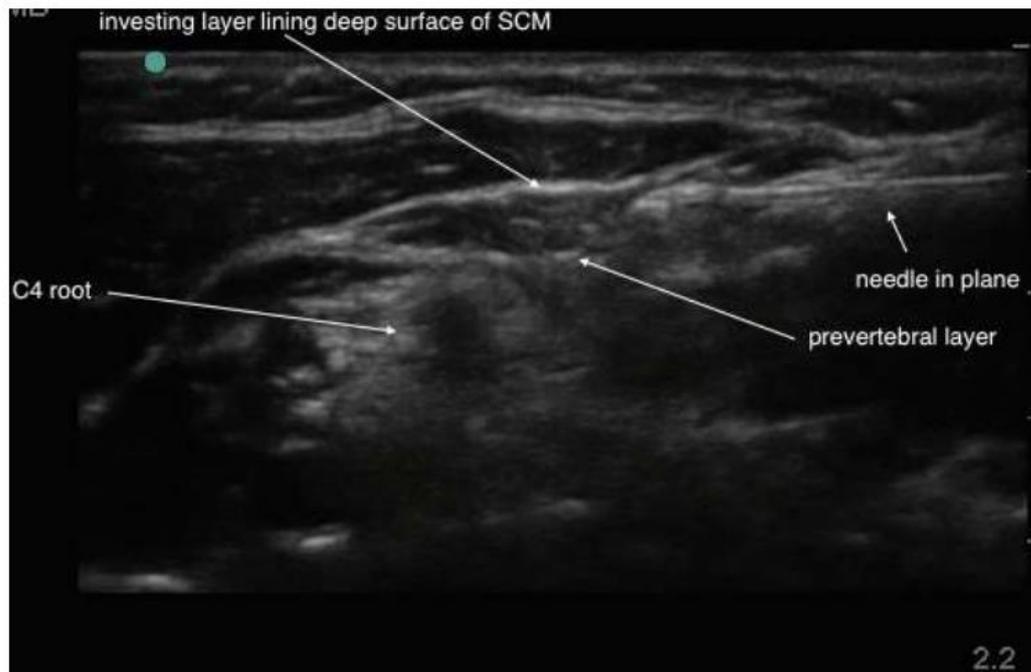
**Gambar 2.8.** Peletakkan Probe untuk blok pleksus servikal superfisial<sup>20</sup>



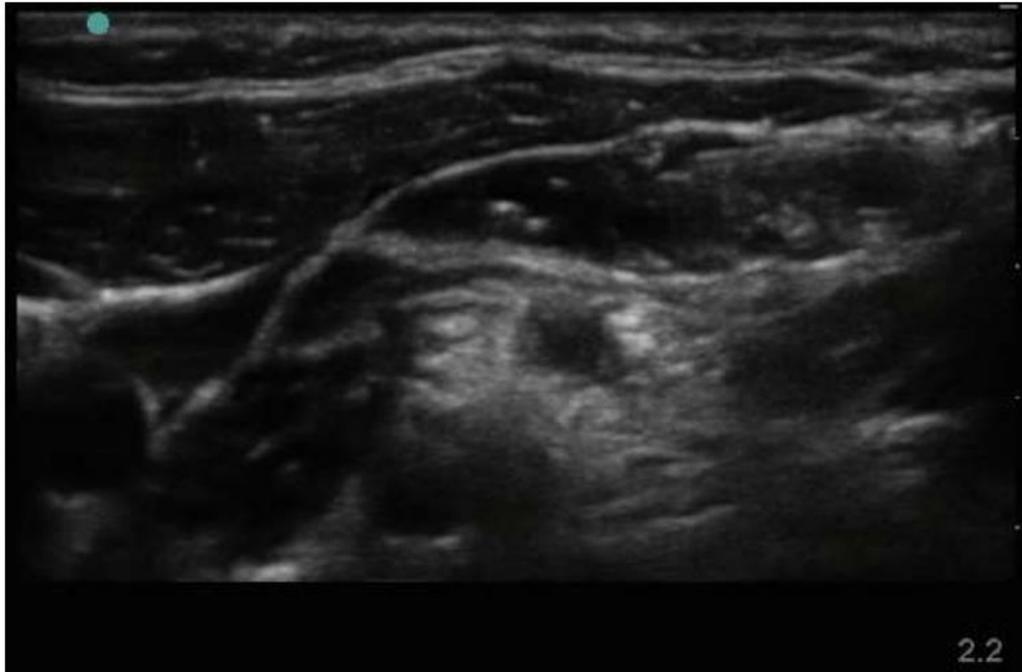
**Gambar 2.9.** Blok nervus supraklavikular. Injeksi awal 3 ml anestesi lokal dideposit pada titik tengah SCM, diikuti 7 ml diinjeksi secara subkutan pada arah kaudal dan sefalad di sepanjang sisi posterior otot.<sup>10</sup>



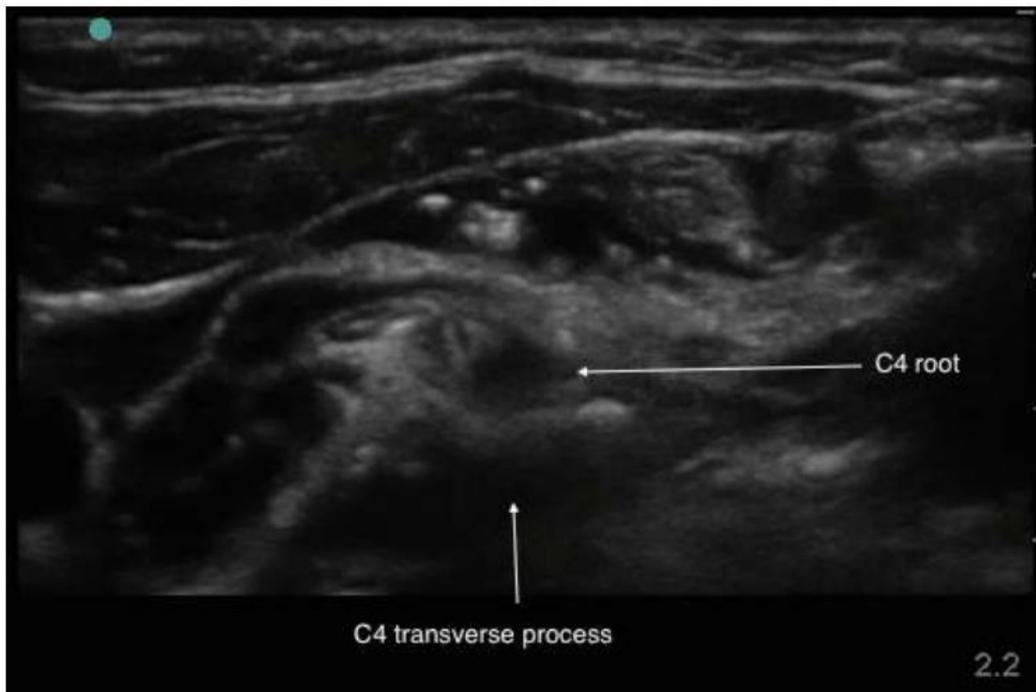
**Gambar 2.10.** Scan pada C4. Tampak akar C4 hilang dari pandangan ke dalam foramen intervertebral. Posisi terbaik untuk blok PSS. Infiltrasi pada plana yang menunjukkan hidrodiseksi ke arah arteri karotis akan menghasilkan blok pleksus servikalis intermediate.<sup>3</sup>



**Gambar 2.11.** Jarum dimasukkan ke bawah SCM melalui lapisan fascia<sup>3</sup>



**Gambar 2.12.** Fascia prevertebral tampak menjauhi lapisan fascia lainnya dengan injeksi anestesi lokal<sup>3</sup>

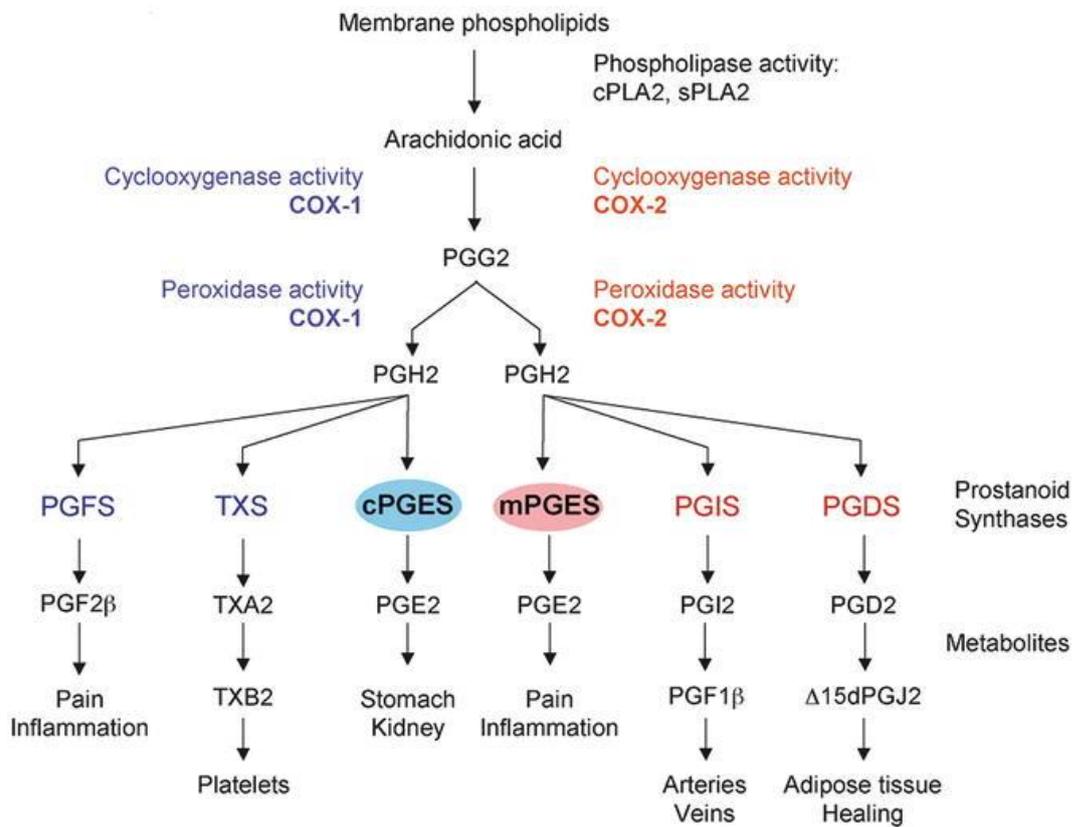


**Gambar 2.13.** Genangan anestesi lokal diantara fascia<sup>3</sup>

## 2.5 Obat anti inflamasi non steroid (OAINS)

OAINS menghambat *cyclooxygenase* (COX) melalui blokade saluran hidrofobik yang merupakan bagian aktif pada COX, kecuali aspirin yang menghambat COX melalui asetilasi serine 530 pada seluruh saluran. OAINS lainnya merupakan inhibitor kompetitif dan membentuk ikatan non-kovalen terhadap sisa asam amino yang ada dalam saluran.<sup>21,22</sup>

OAINS non selektif terdiri dari sejumlah kelompok yang berbeda secara struktural, seperti indometasin, ibuprofen, dexketoprofen diklofenak, naproksen dan asam salisilat (aspirin) dan bekerja dengan menghambat kedua enzim, yaitu COX-1 dan COX-2.<sup>21</sup>



**Gambar 2.14.** Aktivitas COX dan lipoxygenase<sup>23</sup>

## 2.6 Paracetamol (Acetaminophen)

Acetaminophen bersifat menghambat lemah dari sintesis prostaglandin perifer jika dibandingkan OAINS. Mekanisme kerjanya saat ini belum jelas diketahui tetapi acetaminophen ini melibatkan penghambatan sentral dari cyclooxygenase. Meskipun acetaminophen memiliki indeks terapeutik yang sempit, bila digunakan dalam dosis yang dianjurkan telah terbukti memiliki insiden efek samping yang sangat rendah. Acetaminophen ini juga dapat digunakan sebagai tambahan pada OAINS dan opioid untuk mengurangi dosis sehingga mengurangi kejadian efek samping obat – obat tersebut.<sup>21,22</sup>

## 2.7 Dexametason

Kortikosteroid memiliki sebuah reseptor, dimana ikatan pada reseptor glukokortikoid akan menekan sejumlah besar mediator inflamasi: sitokin (termasuk *Tumor Necrosis Factor* (TNF), faktor stimulasi granulosit makrofag, *Interleukin – 1* (IL-1), IL-2, IL-3, dan IL-6), kemokin (seperti eotaxin, *Makrofag Inflammatory Protein* (MIP), *regulated and normal T cell expressed and secreted* (RANTES), enzim (seperti nitric oxide synthase dan cyclooxygenase 2 (COX-2)), dan molekul adesi (misalnya molekul adesi interseluler 1 dan molekul adesi sel vaskular 1). Enzim COX bertanggung jawab atas pembentukan prostaglandin yang merupakan mediator inflamasi dan nyeri. Dexametason merupakan kortikosteroid golongan glukokortikoid yang mempunyai efek anti-inflamasi yang adekuat. Dexametason dapat menekan pembentukan bradikinin dan pelepasan neuropeptida dari ujung-ujung saraf yang dapat menimbulkan rangsangan nyeri pada jaringan yang mengalami proses inflamasi. Efek analgesik dari betametason, dexametason, dan juga metilprednisolon telah banyak diteliti pada berbagai macam jenis pembedahan dalam satu dekade terakhir. Dosis dexametason yang digunakan pada beberapa penelitian berkisar 5–40 mg. Penelitian dexametason 10 mg intravena dibanding dengan plasebo pada pembedahan tonsilektomi menghasilkan penurunan nyeri yang bermakna. Dexametason 8 mg intravena secara efisien mengurangi keparahan nyeri paska bedah dan kebutuhan konsumsi analgesik pada operasi seksio sesarea.<sup>24-26</sup>

## 2.8 Anestesi Lokal

Akson saraf perifer memiliki komponen kanal natrium (Na) yang berfungsi untuk mentransmisikan depolarisasi membran bila terdapat stimulus kimia, mekanik atau listrik. Aktivasi dari kanal Na menyebabkan terjadinya influx ion Na<sup>+</sup> dan terbentuk aksi potensial yang selanjutnya ditransmisikan sebagai gelombang depolarisasi sepanjang membran saraf.

Repolarisasi terjadi setelah depolarisasi melalui inaktivasi dari kanal Na dan kemudian membran kembali ke potensi istirahatnya. Gradien konsentrasi dasar terus dipertahankan oleh pompa natrium-kalium, dan hanya sejumlah kecil ion Na yang masuk ke dalam sel selama potensial aksi.

Anestesi lokal mengikat area tertentu dari subunit  $\alpha$  dan menghambat gerbang tegangan saluran Na, mencegah aktivasi saluran dan menghambat masuknya Na yang dapat menyebabkan depolarisasi membran. Dengan meningkatnya konsentrasi anestesi lokal, proporsi saluran Na yang terikat molekul anestesi lokal semakin banyak sehingga tidak dapat menghantarkan impuls. Depolarisasi yang sering terjadi meningkatkan proporsi kanal Na yang terikat dengan anestesi lokal.

Aktivitas anestesi lokal bergantung pada beberapa hal, seperti diameter akson dan myelinisasi. Diameter akson yang kecil lebih sensitif dibandingkan dengan diameter akson yang besar. Salah satu tujuan pemberian anestesi lokal saat operasi adalah untuk mengurangi respon nyeri saat operasi sehingga menurunkan obat analgesia lain termasuk opioid dan sedasi. Akson yang umum berperan dalam transmisi nyeri adalah serabut A $\delta$  serta C. Anestesi lokal yang memiliki kelarutan lemak yang tinggi akan semakin mudah menembus membran lipid sehingga memiliki potensi yang lebih kuat. Konsentrasi ion dan bukan ion dalam jumlah sama pada derajat keasaman tertentu disebut pK<sub>a</sub>. Anestesi lokal dengan jumlah non-ion yang tinggi pada pH tubuh akan mempercepat onsetnya. Durasi anestesi lokal bergantung pada kelarutan pada lemak. Anestesi lokal berikatan dengan  $\alpha 1$  glikoprotein dalam darah yang bersifat asam untuk masuk ke dalam sirkulasi.<sup>27</sup>

Tempat injeksi mempengaruhi penyerapan sistemik dari anestesi lokal. Kecepatan penyerapan yang terjadi tergantung dari vaskularisasi pada organ,

dengan urutan intravaskular – trakea – intercostal – paracervical – epidural – brachial – sciatic/spinal – subkutan.

Pemberian epinephrine atau phenylephrine akan menyebabkan vasokonstriksi sehingga memperlambat penyerapan obat dan memperpanjang durasi obat. Penambahan vasokonstriktor tersebut yang masuk ke sirkulasi dapat mengakibatkan perubahan hemodinamik selama prosedur pembedahan.<sup>27</sup>

Lidocaine atau sering dikenal juga dengan nama lignocaine adalah salah satu jenis obat anestesi lokal yang sering dipakai dan merupakan jenis anestesi lokal golongan amida. Lidocaine bekerja dalam beberapa menit dan berakhir dalam waktu 30 menit hingga 3 jam. Bupivacaine memiliki efek anestesi lokal yang lebih panjang, namun lebih kardi toksik dibandingkan dengan lidocaine. Injeksi IV bupivacaine yang tidak disengaja dapat mengakibatkan hipotensi, disritmi jantung, dan blok atrioventricular. Setelah terjadi injeksi intravena, terjadi saturasi yang cepat antara bupivacaine dengan albumin dan  $\alpha$ 1-acid glycoprotein dan obat yang tidak terikat berdifusi ke dalam jaringan konduksi jantung. Manifestasi disritmi jantung yang paling sering terlihat adalah kontraksi ventrikel prematur, pelebaran kompleks QRS, dan takikardi ventrikel, namun aritmia lain yang dapat muncul adalah takikardi supraventrikular, blok atrioventricular, dan perubahan gelombang ST-T. Konsentrasi plasma kardi toksik bupivacaine adalah 8 to 10 mg/mL.<sup>28,29</sup>

**Tabel 2.2. Perbandingan anestesi lokal** <sup>30</sup>

	Clinical Use	Concentration (%)	Onset	Duration (min)	Recommended Maximum Single Dose (mg)
Lidocaine	Topical	4	Fast	30–60	300
	Infiltration	0.5–1	Fast	60–240	300 or 500 with epinephrine
	IVRA	0.25–0.5	Fast	30–60	300
	PNB	1–1.5	Fast	60–180	300 or 500 with epinephrine
	Epidural	1.5–2	Fast	60–120	300 or 500 with epinephrine
Mepivacaine	Spinal	1.5–5	Fast	30–60	100
	Infiltration	0.5–1	Fast	60–240	400 or 500 with epinephrine
	PNB	1–1.5	Fast	120–240	400 or 500 with epinephrine
	Epidural	1.5–2	Fast	60–180	400 or 500 with epinephrine
Prilocaine	Spinal	2–4	Fast	60–120	100
	Infiltration	0.5–1	Fast	60–120	600
	IVRA	0.25–0.5	Fast	30–60	600
	PNB	1.5–2	Fast	90–180	600
Bupivacaine	Epidural	2–3	Fast	60–180	600
	Infiltration	0.25	Fast	120–480	175 or 225 with epinephrine
	PNB	0.25–0.5	Slow	240–960	175 or 225 with epinephrine
	Epidural	0.5–0.75	Moderate	120–300	175 or 225 with epinephrine
Levobupivacaine	Spinal	0.5–0.75	Fast	60–240	20
	Infiltration	0.25	Fast	120–480	150
	PNB	0.25–0.5	Slow	840–1,020	150
	Epidural	0.5–0.75	Moderate	300–540	150
Ropivacaine	Spinal	0.5–0.75	Fast	60–360	20
	Infiltration	0.2–0.5	Fast	120–360	200
	PNB	0.5–1	Slow	300–480	250
	Epidural	0.5–1	Moderate	120–360	200
Chloroprocaine	Spinal?				
	Infiltration	1	Fast	30–60	800 or 1,000 with epinephrine
	PNB	2	Fast	30–60	800 or 1,000 with epinephrine
	Epidural	2–3	Fast	30–60	800 or 1,000 with epinephrine
Procaine	Spinal	2–3	Fast	30–60	Preservative free <sup>d</sup>
	Spinal	10	Fast	30–60	1,000
Tetracaine	Topical	2	Fast	30–60	20
	Spinal	0.5	Fast	120–360	20
Benzocaine	Topical	Up to 20%	Fast	30–60	200
Cocaine	Topical	4–10	Fast	30–60	150

Levobupivakain S (-) – enansiomer memiliki enansioselektivitas sehingga kardiotoxicitas jarang didapatkan dibandingkan dengan R (+) enansiomer. Sebagian besar studi in vitro, in vivo dan farmakodinamik manusia dari blok saraf menunjukkan bahwa levobupivakain memiliki potensi yang mirip dengan bupivacaine. Namun, levobupivakain memiliki risiko toksisitas kardiovaskular dan SSP yang lebih rendah daripada bupivacaine dalam penelitian pada hewan. Pada sukarelawan manusia, levobupivakain memiliki efek inotropik negatif yang lebih sedikit dan, pada dosis intravena >75 mg, menghasilkan perpanjangan interval QTc yang lebih sedikit dibandingkan bupivakain. Levobupivakain lebih sedikit menunjukkan depresi SSP pada EEG. Levobupivakain bekerja lama dengan durasi anestesi yang bergantung pada dosis. Onset kerja ≤ 15 menit dengan berbagai teknik anestesi. Dalam studi anestesi bedah pada orang dewasa, levobupivakain

memberikan blok sensorik hingga 9 jam setelah pemberian epidural  $\leq 202,5$  mg, 6,5 jam setelah intratekal 15 mg, dan 17 jam setelah blok pleksus brakialis dengan 2 mg/kg. Lamanya durasi yang diberikan dapat mengurangi waktu *rescue* analgesia (WRA) sehingga menurunkan skala nyeri paska bedah pada durasi tersebut. Studi klinis acak dan tersamar ganda menetapkan bahwa efek anestesi dan/atau analgesik levobupivakain sebagian besar mirip dengan bupivakain pada dosis yang sama. Blok sensorik cenderung lebih lama dengan levobupivakain dibandingkan bupivacaine, yaitu sebesar perbedaan 23 sampai 45 menit dengan pemberian epidural dan sekitar 2 jam dengan blok saraf perifer. Pada pemberian epidural, levobupivakain menghasilkan blok motorik yang lebih lama daripada blok sensorik. Diferensial ini tidak terlihat dengan blok saraf perifer. Kondisi yang memuaskan untuk pembedahan dan manajemen nyeri yang baik dicapai dengan penggunaan infiltrasi lokal atau pemberian levobupivakain peribulbar. Levobupivakain umumnya sama efektifnya dengan bupivacaine untuk manajemen nyeri paska bedah, terutama bila dikombinasikan dengan clonidine, morfin atau fentanil. Profil tolerabilitas levobupivakain dan bupivacaine sangat mirip dalam uji klinis. Tidak ada kelainan EKG yang signifikan secara klinis atau kejadian SSP serius yang terjadi dengan dosis yang digunakan. Efek samping yang paling umum terkait dengan pengobatan levobupivakain adalah hipotensi (31%).<sup>31</sup>

## **2.9 Opioid**

### **2.9.1 Reseptor opioid**

Reseptor opioid pertama kali ditemukan pada tahun 1973. Beberapa waktu kemudian, ditemukan ligan opioid endogen. Kemudian berhasil ditemukan empat tipe reseptor opioid yaitu mu ( $\mu$ ), kappa ( $\kappa$ ), sigma ( $\sigma$ ), dan delta ( $\delta$ ), namun saat ini sigma sudah tidak dianggap sebagai reseptor opioid dan tergantikan dengan nociceptin/orphanin receptor. Reseptor-reseptor tersebut ditemukan pada sel saraf di otak, medula spinalis, pleksus mienterikus, nosiseptor perifer, dan berbagai tipe sel lainnya termasuk limfosit, monosit, sel otot jantung, dan sel otot rangka. Reseptor  $\mu$  dominan pada efek analgesia. Reseptor mu terbagi dua subkelas, yaitu subkelas  $\mu_1$  yang menyebabkan efek analgesia supraspinal dan ketergantungan dan

subkelas  $\mu_2$  yang menyebabkan efek depresi nafas, imobilitas usus, sedasi dan bradikardi.<sup>27</sup>

Berdasarkan efek terhadap reseptornya, opioid dibagi menjadi agonis, agonis parsial, agonis-antagonis, dan antagonis. Yang termasuk agonis  $\mu_1$  antara lain morfin, hidromorfon, meperidin, metadon, fentanil, sufentanil, remifentanil, kodein, oksikodon, dan hidrokodon. Reseptor opioid merupakan reseptor *G-protein-coupled* yang sinyalnya ditransduksikan melalui interaksi dengan *guanine nucleotide-binding protein* dalam seluler, bekerja dengan menghambat adenyl cyclase, mengaktifasi konduktansi ion potasium, menghambat konduktansi ion kalsium dan menghambat langsung pelepasan neurotransmitter.<sup>27</sup>

### 2.9.2 Fentanil

Fentanil merupakan agonis opioid sintetik yang berasal dari *phenylpiperidin* yang secara struktural berhubungan dengan meperidin. Sebagai analgesia, fentanil 75-125 kali lebih kuat dibandingkan morfin. Fentanil bekerja sebagai agonis dari reseptor  $\mu_1$  dan  $\mu_2$  di seluruh sistem saraf pusat dan jaringan lainnya.<sup>27</sup>

Fentanil dimulai dengan dosis 0,5 mcg/kilogram berat badan (kgBB) via intravena (IV) dapat memberikan efek analgesia. Fentanil yang diberikan sebelum stimulasi insisi operasi dapat mengurangi perubahan hemodinamik dan mengurangi penggunaan gas anestesi dimana dapat dipotensiasi analgesia bila dicampur dengan nitrit oksida 60%.<sup>33,34</sup> Dosis 50 – 150 mcg/kgbb IV, dapat digunakan sebagai obat tunggal untuk prosedur pembedahan.<sup>32</sup>

Fentanil memiliki beberapa efek samping yang dapat menjadi potensial masalah paska bedah, seperti depresi nafas yang dapat terjadi terutama pada pasien geriatri.<sup>32,34</sup>

Fentanil dimetabolisme oleh N-demetilasi menjadi norfentanil, hidroksipropionil-fentanil dan hidroksipropionil-norfentanil. Struktur norfentanil mirip dengan normeperidin dan merupakan metabolit utama pada manusia. Norfentanil diekskresi melalui ginjal dan masih dapat dideteksi dalam 72 jam setelah dosis tunggal intravena. Kurang dari 10% fentanil diekskresi dalam bentuk utuh dengan aktivitas farmakologik yang minimal.<sup>34</sup>

Fentanil memiliki durasi kerja yang singkat, namun memiliki waktu paruh eliminasi yang lebih lama dibanding morfin, karena fentanil memiliki volume distribusi (Vd) lebih besar daripada morfin. Hal ini dikarenakan fentanil lebih larut dalam lemak. Setelah bolus intravena, fentanil dengan cepat memasuki jaringan. Lebih dari 80% fentanil meninggalkan plasma dan masuk ke jaringan dalam waktu <5 menit. Konsentrasi plasma fentanil dipertahankan dengan reuptake dari jaringan yang inaktif. Waktu paruh eliminasi memanjang pada orang tua karena terjadi penurunan klirens opioid akibat penurunan aliran darah hepar, aktivitas enzim mikrosomal dan produksi albumin, karena fentanil sangat berikatan dengan protein. Oleh karena itu, fentanil yang diberikan pada orang tua memiliki durasi yang lebih lama dibandingkan dengan orang muda.<sup>27, 32, 33</sup>

## **2.10 Isofluran**

Isofluran adalah metil etil eter yang terhalogenasi yang berwujud sebagai cairan jernih yang tidak mudah terbakar pada suhu ruangan dan memiliki aroma yang tajam mirip ether. Isofluran memiliki kelarutan yang cepat dalam darah dan memiliki potensi yang tinggi sehingga memiliki onset dan pemulihan yang cukup cepat. Isofluran dapat dipakai secara tunggal atau dengan kombinasi dengan nitrous oksida atau obat-obat injeksi seperti opioid.<sup>35</sup>

Isofluran bekerja dengan meningkatkan sinyal pada reseptor GABA dan menghambat pelepasan glutamate (inhibisi pada reseptor NMDA). Efek isofluran terhadap organ antara lain sebagai berikut.<sup>35, 36</sup>

### **1. Kardiovaskular**

Isofluran menyebabkan depresi ventrikel kiri *in vivo* yang minimal. Curah jantung dipertahankan dengan meningkatkan laju jantung dari barorefleks karotis parsial. Stimulasi adrenergik  $\beta$  yang ringan meningkatkan aliran darah otot, mengurangi resistensi vaskuler sistemik, dan menurunkan tekanan darah arteri. Peningkatan kadar konsentrasi isofluran yang cepat menyebabkan peningkatan laju jantung, tekanan darah arteri, dan kadar epinefrin plasma. Isofluran menyebabkan dilatasi arteri koroner normal.

## 2. Respirasi

Depresi napas selama menggunakan agen inhalasi isofluran menyerupai obat-obat anestesi inhalasi lainnya. Efeknya lebih berdampak pada penurunan ventilasi semenit. Bahkan kadar isofluran yang rendah dapat menumpulkan respon ventilasi normal terhadap hipoksia dan hiperkapnia. Meskipun terdapat kecenderungan mengiritasi refleks jalan napas atas, isofluran dianggap bronkodilator yang baik, tetapi tidak sekuat halotan.

## 3. Serebral

Pada konsentrasi lebih dari 1 MAC, isofluran meningkatkan aliran darah otak dan tekanan intrakranial. Efek ini dianggap lebih jarang terjadi dibanding pada halotan dan dapat diatasi dengan hiperventilasi. Tidak seperti halotan, hiperventilasi tidak perlu dilakukan sebelum menggunakan isofluran untuk mencegah hipertensi intrakranial.

## 4. Neuromuskuler

Isofluran merelaksasi otot skelet.

## 5. Ginjal

Isofluran mengurangi aliran darah ginjal, laju filtrasi glomerulus, dan urin output.

## 6. Hepar

Aliran darah hepatic dapat berkurang selama anestesi dengan menggunakan agen inhalasi isofluran, tetapi suplai oksigen hepar masih dipertahankan dengan baik. Fungsi hepar biasanya tidak terpengaruh.

### **2.11 Index bispektral**

Monitor Indeks Bispektral / *Bispectral Index* (BIS) memproses sinyal elektroensefalografik untuk mendapatkan nilai, yang mencerminkan tingkat kesadaran pasien. Monitor BIS mengumpulkan data EEG mentah melalui sensornya dan menggunakan algoritme untuk menganalisis dan menafsirkan data. Data ditampilkan sebagai angka pada monitor tampilan BIS. Nilai BIS berkisar dari 0 hingga 100. Nilai 0 mewakili tidak adanya aktivitas otak, dan 100 mewakili keadaan terjaga. Nilai BIS antara 40 sampai 60 mewakili anestesi umum yang

memadai untuk operasi, nilai kurang dari 40 mewakili keadaan hipnosis yang dalam. Nilai BIS biasanya dipertahankan antara 40 sampai 60 untuk mencegah kesadaran di bawah anestesi.

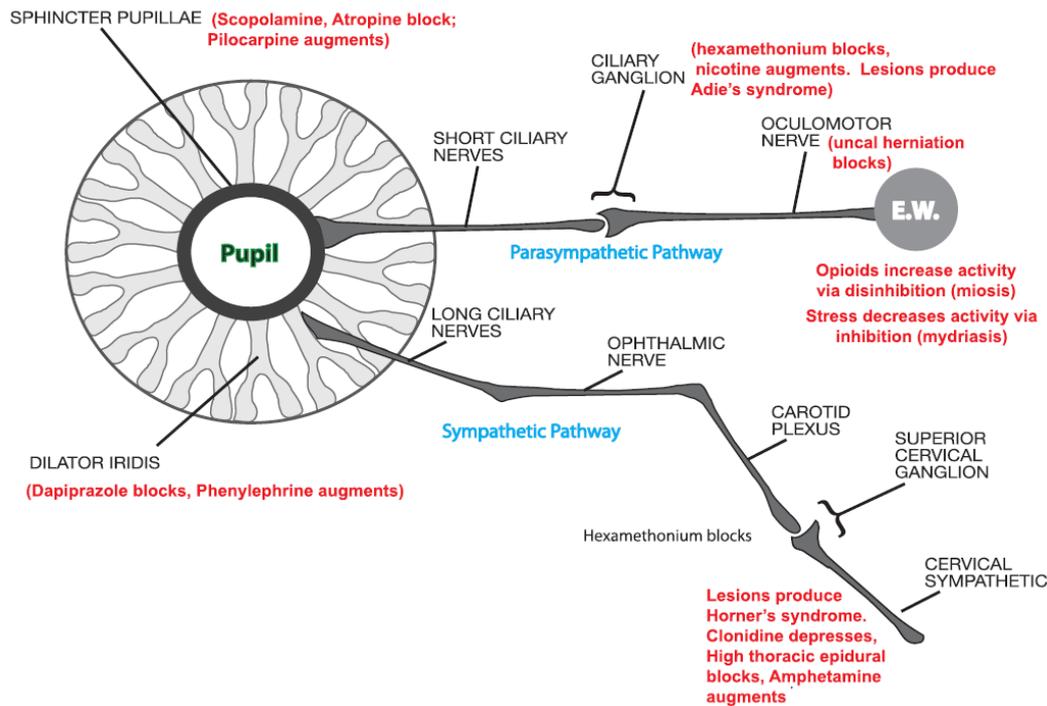
Pemantauan BIS melibatkan penerapan empat elektroda di dahi. Kulit di dahi dibersihkan dengan kapas alkohol, dan ditekan dengan jari selama 2 hingga 5 detik di atas sensor. Sensor terdiri dari elektroda gel basah sekali pakai. Aktivitas elektromiografi otot frontalis diukur dengan sadapan 4, yang juga merupakan elektroda *ground*. Monitor 4 channel telah memiliki kemampuan bihemispheric. BIS *extended - sensor* tersedia untuk digunakan di ICU di mana pasien memerlukan pemantauan jangka panjang. Untuk mengukur aktivitas otak pada populasi pediatrik tersedia sensor pediatrik BIS, yang memanfaatkan teknologi 'ritsleting' dan dapat menangkap EEG tegangan rendah.

Monitor BIS menampilkan beberapa fitur yaitu nomor BIS, grafik tren nilai BIS dari waktu ke waktu, bentuk gelombang EEG RAW secara real-time, berbagai indikator kualitas sinyal sebagai SQI, EMG, indikator alarm dan pesan.

Indikator indeks kualitas sinyal (SQI) memprediksi kualitas sinyal; semakin tinggi SQI, maka angka BIS semakin dapat dipercaya. Indikator elektromiografi (EMG) menunjukkan aktivitas EMG, yang mencerminkan stimulasi otot yang disebabkan oleh peningkatan tonus otot atau gerakan otot.<sup>37</sup>

## **2.12. Pupillometri**

Pupil adalah bukaan sentral pada iris dan diameternya ditentukan oleh kontraksi dua kelompok otot polos yang berlawanan. Otot sfingterik sirkular, yang menjaga pupil tetap berkonstriksi dan membentuk otot iris yang dominan, menerima persarafan parasimpatis melalui saraf okulomotor (saraf kranial III) dan saraf siliaris pendek melalui reseptor muskarinik. Otot radial melebarkan pupil dan secara simpatis dipersarafi oleh saraf siliaris panjang dari ganglion simpatis servikal melalui reseptor adrenergik  $\alpha_1$ . Otot polos radial ini relatif lebih lemah daripada otot sirkular, dan sebagai akibatnya, kecenderungan alami dasar pupil harus tetap konstriksi, kecuali aktivitas simpatis/blokade neuron pupilloconstrictor menyebabkan dilatasi.<sup>38</sup>



**Gambar 2.15.** Persarafan otot polos iris dan jalur saraf yang memediasi refleksi pupil<sup>38</sup>

Refleks cahaya pupil / *Pupillary Light Reflex* (PLR) terdiri dari konstriksi pupil sebagai respons terhadap cahaya—baik secara langsung atau tidak langsung dari stimulasi pupil yang berlawanan. Mata manusia dapat dengan mudah memahami penyempitan pupil ini. Masukan aferen dari retina melewati saraf optik dan terintegrasi dalam nukleus Edinger-Westphal (EW) otak tengah. Sinyal eferen parasimpatis berjalan melalui saraf okulomotor. Post-ganglionik mencapai sphincter pupillae melalui saraf siliaris pendek, menyebabkan konstriksi pupil. Ada dua ujung saraf kolinergik di jalur pupilloconstrictor, dengan yang pertama adalah sinaps di ganglion siliaris. Ini mengandung reseptor nikotinik (Nn) dan dapat diblokir oleh penghambat ganglion seperti heksametonium. Sambungan neuromuskular kedua di otot polos sfingter pupil mengandung reseptor muskarinik yang dapat diblokir oleh atropin. Karena fase konstriksi PLR sepenuhnya di bawah kendali parasimpatis, dianggap sebagai konstriksi ukuran parameter yang kuat

untuk mendeteksi disfungsi parasimpatis dan mengevaluasi integritas saraf kranial kedua dan ketiga.

Refleks dilatasi pupil / *Pupil Reflex Dilation* (PDR) adalah perubahan ukuran pupil setelah stimulus yang menyebabkan kewaspadaan (termasuk respon terhadap nyeri) dan terjadi selama fase pemulihan PLR dan adaptasi gelap. Dilatasi pupil secara dominan dipersarafi oleh sistem saraf simpatis. Neuron pertama dari hipotalamus turun ke sumsum tulang belakang untuk bersinaps dengan neuron kedua (pra-ganglionik) di C8-T1. Neuron kedua ini menyampaikan sinyal ke saraf siliaris panjang postganglionik pada ganglion simpatis servikal. Neuron pertama dan kedua bersifat kolinergik. Saraf siliaris panjang melepaskan noradrenalin pada sambungan neuromuskular otot dilator pupil, bekerja pada reseptor  $\alpha_1$  untuk menyebabkan dilatasi pupil aktif. Dilatasi pasif adalah salah satu dari dua mekanisme yang berkontribusi terhadap PRD, yang lainnya adalah dilatasi aktif yang dimediasi simpatis. Dilatasi pasif pupil dihasilkan dari penghambatan supranuklear nukleus EW yang menyebabkan relaksasi sfingter pupil. Neuron adrenergik  $\alpha_2$  dari sistem pengaktifan retikuler batang otak menghambat neuron pra-ganglion di nukleus EW.

Kontribusi simpatis ke pupil dihilangkan selama anestesi umum, sedangkan divisi lain dari sistem simpatik tetap berfungsi. Oleh karena itu, PDR tidak bergantung pada aktivasi simpatik sistemik atau tonus pembuluh darah perifer. Sebaliknya, insisi kulit dan stimulasi nosiseptif lainnya selama pembedahan menghambat nukleus Edinger-Westphal, sehingga menghasilkan dilatasi pupil. Oleh karena itu, beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa PDR superior terhadap pengukuran lain untuk mengelola nosiseptif selama anestesi.

Sebagian besar penelitian yang mengukur PDR menggunakan pupillometri untuk menilai nosiseptif dilakukan di bawah stimulasi tetanus yang dikalibrasi. Baru-baru ini, sebuah penelitian yang dilakukan di bawah stimulasi bedah nyata menunjukkan kinerja yang lebih baik dari pemberian remifentanil yang dipandu pupillometri dibandingkan dengan metode konvensional.

PDR selama anestesi umum belum terbukti dipengaruhi oleh dosis agen vasodilator dan vasopresor atau oleh katekolamin yang bersirkulasi. Selain itu, PDR

merespon rangsangan berbahaya lebih cepat daripada tindakan lain, dan kembali relatif cepat setelah rangsangan menghilang.

Selama pupillometri intraoperatif, opioid memblokir PDR dengan mencegah penghambatan nukleus Edinger-Westphal yang disebabkan oleh stimulasi nosiseptif yang bergantung pada dosis dan dengan demikian memungkinkan penggunaan pupillometri untuk memandu penggunaan opioid untuk analgesia dalam anestesi umum. Namun, karena opioid dosis tinggi sepenuhnya menekan PDR, pemantauan pupillometri tidak boleh digeneralisasi untuk operasi yang membutuhkan pemberian opioid dosis tinggi.<sup>38-40</sup>

Penelitian Velly dan rekan menunjukkan bahwa pada subjek yang dibius dengan propofol atau sevofluran, parameter yang dikumpulkan oleh EEG standar (kortikal) memprediksikan hilangnya kesadaran tetapi bukan respons motorik terhadap laringoskopi, sedangkan parameter dari EEG direkam di area yang dalam dari otak (subkortikal) memprediksi respons motorik terhadap laringoskopi tetapi tidak pada ketidaksadaran. Dengan demikian, tampak bahwa anestesi memiliki target otak yang berbeda, kortikal dan subkortikal, di mana proses yang berbeda terintegrasi: hilangnya kesadaran di korteks dan respon nyeri di daerah subkortikal. Anestesi memiliki efek terdisosiasi pada kedua target ini sesuai dengan agen dan dosisnya. Kedua proses ini memerlukan pemantauan yang berbeda yang disesuaikan dengan target (korteks dan subkorteks). Suatu penelitian menunjukkan nilai BIS di bawah 10, namun masih memiliki respon pupil yang signifikan terhadap rangsangan noxius. Temuan ini menunjukkan bahwa subjek pra-pubertas yang dibius dengan sevofluran dapat menunjukkan reaktivitas subkortikal terhadap stimulus berbahaya, meskipun penghambatan kortikal utama dibuktikan oleh EEG. Hal ini menunjukkan respon terdisosiasi antara area kortikal dan subkortikal.<sup>41</sup>

PLR dapat dicirikan sebagai "normal, cepat, atau lamban", yang subjektif dan tidak akurat. Penilaian visual PRD juga bermasalah, karena PRD memiliki latensi dan durasi yang lebih lama daripada PLR. Kuantifikasi objektif dari refleksi ini dapat dilakukan dengan pupillometers—yaitu, perangkat genggam non-invasif yang digunakan untuk mengukur refleksi pupil secara akurat. Gambar yang diperoleh diplot sebagai fungsi waktu, dan hasilnya diproses untuk memberikan

parameter dan indeks pupil. Pupilometer portabel ini menggunakan sinar inframerah untuk membuat gambar iris/pupil dan mengukur ukuran pupil dalam milimeter hingga seperseratus.

Menggunakan cahaya tampak akan menghasilkan PLR; oleh karena itu, pengukuran PRD menggunakan sinar inframerah untuk menghindari kerancuan. Pupilometer memberikan beberapa parameter PLR termasuk latensi, amplitudo penyempitan maksimum / *maximum constriction amplitude* (MCA), amplitudo refleks cahaya pupil / *pupillary light reflex amplitude* (PLRA), kecepatan konstiksi / *constriction velocity* (CV), dan kecepatan dilatasi / *dilatation velocity* (DV). Latensi adalah durasi antara paparan cahaya dan timbulnya konstiksi pupil, diukur dalam detik dan akurasi hingga seperseratus. MCA adalah perbedaan antara diameter pupil awal dan akhir. Membagi nilai ini dengan durasi penyempitan memberikan CV (mmsec-1). DV diperoleh dengan cara yang sama. Amplitudo refleks cahaya pupil dinyatakan sebagai persentase perubahan ukuran pupil dari garis dasar sebagai respons terhadap cahaya. Indeks pupillary neurologis (NPI) diturunkan dari latensi, CV, dan DV menggunakan algoritma kepemilikan. Ini adalah angka tak berdimensi antara 0 dan 5 untuk menilai kekokohan PLR. Digunakan pada pasien sakit kritis untuk mengevaluasi fungsi otak, nilai > 3 dianggap normal dan 0 menunjukkan tidak ada PLR. PLRA telah terbukti meningkat secara signifikan dalam menanggapi stimulus berbahaya, meskipun bukti lemah dan penerapan PLR dalam konteks ini tidak biasa seperti PRD.

PRD diukur dengan pemberian stimulus nyeri tetanik kulit standar. Biasanya stimulus pada 100 Hz dengan amplitudo 40-60 mA, disinkronkan dengan pengukuran pupil. Durasi stimulus yang digunakan bervariasi antar studi, mulai dari satu hingga sepuluh detik. Teknik ini digunakan untuk mendapatkan amplitudo, latency, dan durasi PRD. PRD > 30% telah dikaitkan dengan manifestasi sistemik takikardia dan hipertensi. Dalam banyak penelitian, amplitudo PRD antara 13% dan 25% biasanya dipilih sebagai ambang yang cukup besar untuk menandakan respons pupil terhadap stimulus berbahaya, tanpa terkait respon sistemik.<sup>38</sup>

AlgiScan menggunakan teknologi pupillometri untuk mengukur tingkat analgesia pasien secara objektif. Metode ini, dipublikasikan dan didokumentasikan

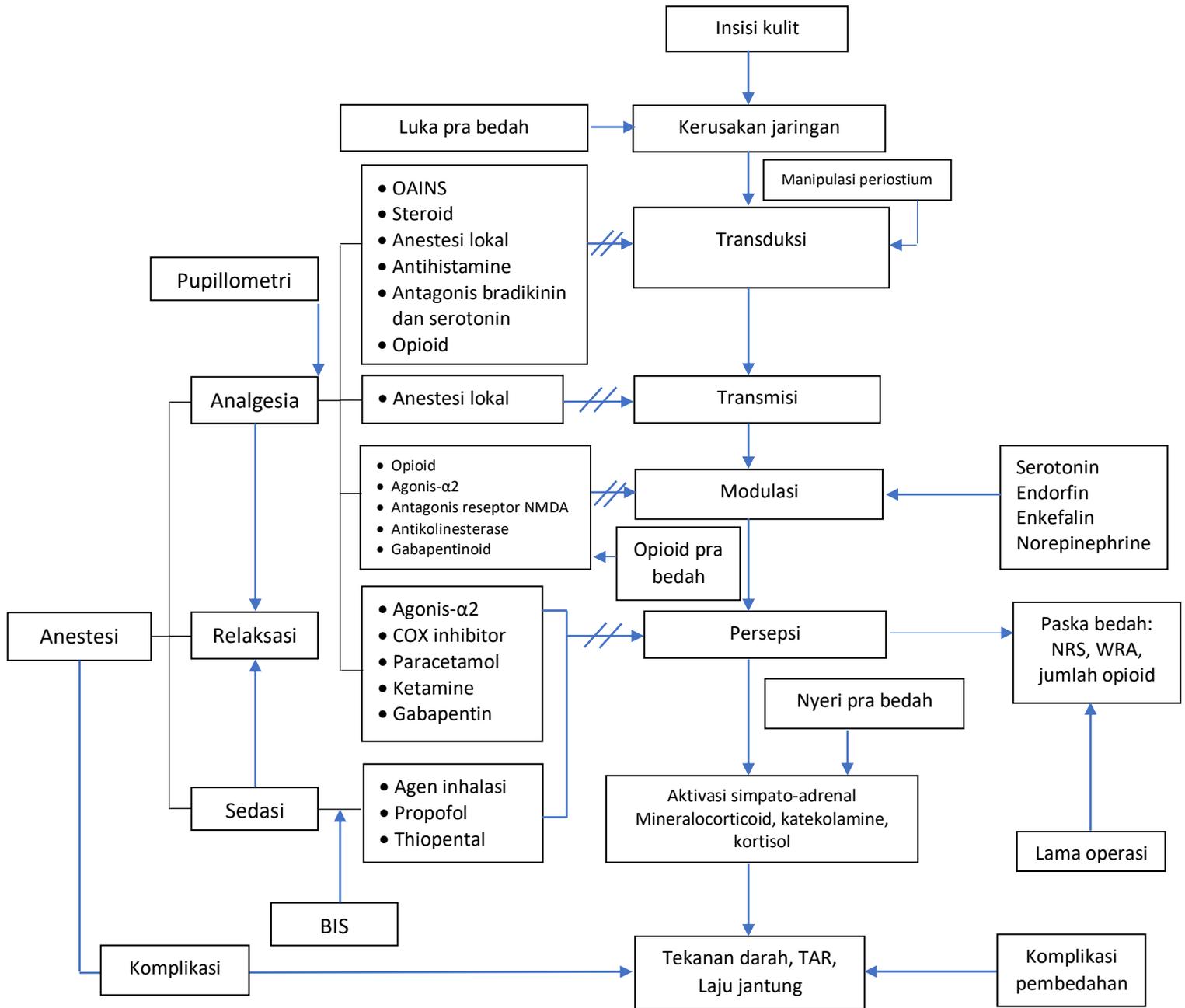
secara luas telah menunjukkan relevansi dan kekuatannya untuk evaluasi tingkat kepekaan terhadap nosiseptif dan dalam prediksi reaksi hemodinamik terhadap rangsangan nosiseptif. AlgiScan dapat digunakan pada semua jenis morfologi dan memiliki akses mudah ke pupil untuk pengukuran di PACU dan ICU. Eyecupnya yang dapat digunakan kembali dan diautoklaf menghemat biaya berkelanjutan.<sup>42</sup>

Mode *Pupillary Pain Index* (PPI) AlgiScan diprogram untuk memberikan stimulasi elektrik yang terus meningkat dari 10 hingga 60 mA dengan interval peningkatan 10 mA. Diameter pupil diukur selama stimulasi elektrik. Ketika dilatasi telah mencapai batas 13% dari ukuran awal, stimulasi elektrik berhenti. Intensitas stimulasi yang mencetuskan dilatasi 13% digunakan untuk menghitung Nilai PPI (rentang dari 1 hingga 9). Nilai  $\leq 3$  adalah analgesia yang berlebihan, nilai 4-6 adalah analgesia yang adekuat, dan nilai  $\geq 7$  adalah analgesia yang tidak adekuat.<sup>43</sup>



**Gambar 2.16.** Alat pupillometri<sup>42</sup>

### BAB III KERANGKA TEORI



## BAB IV KERANGKA KONSEP

