

TESIS

**HUBUNGAN ANTARA PERUBAHAN SUHU KULIT, COLD TEST DAN PINPRICK
TEST SEBAGAI INDIKATOR KETINGGIAN BLOK PASCA PEMBERIAAN
ANESTESI SPINAL**

*Correlation Of Skin Temperature Variation, Cold Test and Pinprick Test
With Sensory Blok Height Following Spinal Anesthesia*

**dr. Abdul Rajab Hasili
C135212004**



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS 1
PROGRAM STUDI ILMU ANESTESI DAN TERAPI INTENSIF
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2026**

**HUBUNGAN ANTARA PERUBAHAN SUHU KULIT, COLD TEST DAN PINPRICK
TEST SEBAGAI INDIKATOR KETINGGIAN BLOK PASCA PEMBERIAAN
ANESTESI SPINAL**

*Correlation Of Skin Temperature Variation, Cold Test and Pinprick Test
With Sensory Blok Height Following Spinal Anesthesia*

**dr. Abdul Rajab Hasili
C135212004**



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS 1
PROGRAM STUDI ILMU ANESTESI DAN TERAPI INTENSIF
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2026**

**HUBUNGAN ANTARA PERUBAHAN SUHU KULIT, COLD TEST DAN PINPRICK
TEST SEBAGAI INDIKATOR KETINGGIAN BLOK PASCA PEMBERIAAN
ANESTESI SPINAL**

TESIS

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Spesialis-1 (Sp.1)

PROGRAM STUDI

Anesthesiologi dan Terapi Intensif

Disusun dan diajukan oleh:

dr. Abdul Rajab Hasili

C135212004

Kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS 1
DEPARTEMEN ILMU ANESTESI, PERAWATAN INTENSIF DAN
MANAJEMEN NYERI
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2026

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : dr. Abdul Rajab Hasili

No. Pokok : C135212004

Program Studi : Ilmu Anestesi, Terapi Intensif dan Manajemen Nyeri

Jenjang : PPDS-1

Menyatakan dengan ini bahwa tesis dengan judul “**HUBUNGAN ANTARA PERUBAHAN SUHU KULIT, COLD TEST DAN PINPRICK TEST SEBAGAI INDIKATOR KETINGGIAN BLOK PASCA PEMBERIAAN ANESTESI SPINAL**” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing Dr. dr. Andi Muhammad Takdir Musba, SpAn-TI, Subsp.M.N.(K), FIPM_selaku pembimbing 1 dan dr. Madonna Damayanthie Datu, Sp.An-TI,FCPM, Subsp. M.N (K),FIPM selaku pembimbing II. Karya ilmiah ini belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin

Makasar, 25 Mei 2026

Yang menyatakan,



Abdul Rajab Hasili

LEMBAR PENGESAHAN (TESIS)

**HUBUNGAN ANTARA PERUBAHAN SUHU KULIT, COLD TEST DAN PINPRICK TEST
SEBAGAI INDIKATOR KETINGGIAN BLOK PASCA PEMBERIAAN ANESTESI SPINAL**

***Correlation Of Skin Temperature Variation, Cold Test and Pinprick
Test With Sensory Blok Height Following Spinal Anesthesia***

dr. Abdul Rajab Hasili

NIM. C135212004

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian
Studi Program Pendidikan Dokter Spesialis Program Studi Anestesiologi dan Terapi
Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin pada Tanggal
6 Februari 2026 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

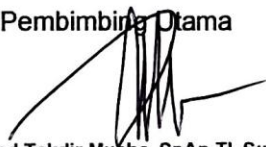
Pada

Program Studi Anestesiologi dan Terapi Intensif

**Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin
Makassar**

Mengesahkan:

Pembimbing Utama



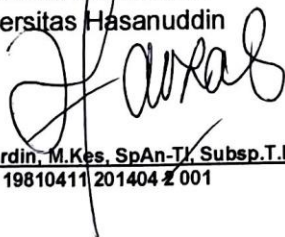
Dr. dr. Andi Muhammad Takdir Musba, SpAn-TI, Subsp.M.N.(K), FIPM
NIP. 19741031 200801 1 009

Pembimbing Pendamping,



dr. Madonna Damayanthie Datu, Sp.An-TI,FCPM, Subsp. M.N (K),FIPM
NIP.19760517 200604 2 012

**Ketua Program Studi
Anestesiologi dan terapi intensif
Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin**



Dr. dr. Haizah Nurdin, M.Kes, SpAn-TI, Subsp.T.I.(K)
NIP. 19810411 201404 2 001

**Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kemahasiswaan
Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin**



Prof. dr. Agessalim Bukhari, M.Clin.Med, PhD, Sp.GK
NIP. 19700821 199903 1 001

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, karunia, dan bimbingan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Pendidikan Dokter Spesialis Anestesiologi, Terapi Intensif, dan Manajemen Nyeri Universitas Hasanuddin.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan doa sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan lancar, terutama kepada:

1. Dr. dr. Andi Muhammad Takdir Musba, SpAn-TI, Subsp. M.N (K), FIPM selaku Pembimbing I dan dr. Madonna D Datu, SpAn-TI, FCPM, Subsp. M.N (K), FIPM selaku Pembimbing II yang telah dengan sabar membimbing, memberikan arahan, ilmu, serta masukan berharga selama proses penyusunan penelitian.
2. Seluruh Dokter Konsulen Departemen Anestesi Universitas Hasanuddin atas bimbingan ilmu dan pengawasan selama penelitian berlangsung.
3. Istri, orang tua, mertua, saudara dan anak saya yang dengan Ikhlas, sabar dan tulus mendukung, memanjatkan doa untuk saya dalam menyelesaikan pendidikan dan penelitian ini baik secara moril maupun materil.
4. Pegawai dan staf Rumah Sakit Wahidin Sudirohusodo, serta semua pihak yang telah membantu kelancaran pelaksanaan penelitian ini.
5. Rekan-rekan Residen Anestesi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin yang telah memberikan dukungan moral maupun bantuan tenaga selama penelitian ini berlangsung.

6. Serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan dalam bentuk apapun kepada penulis.

Penulis menyadari penelitian ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan penelitian ini mendatang. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat dan memberikan kontribusi bagi ilmu pengetahuan serta pelayanan medis di kemudian hari.

Makassar, 20 Mei 2026

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'A' followed by a horizontal line and a small flourish.

Abdul Rajab Hasili

HUBUNGAN ANTARA PERUBAHAN SUHU KULIT, COLD TEST DAN PINPRICK TEST SEBAGAI INDIKATOR KETINGGIAN BLOK PASCA PEMBERIAAN ANESTESI SPINAL

ABSTRAK

Pendahuluan: Penilaian yang akurat terhadap tingkat blokade sensorik setelah anestesi spinal sangat penting untuk memastikan anestesi yang aman dan efektif. Uji suhu dingin dan tusukan jarum konvensional bersifat subjektif, sehingga memicu minat terhadap perubahan suhu kulit sebagai indikator objektif terhadap blokade simpatis.

Tujuan Penelitian: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara perubahan suhu kulit, *cold test* dan *pinprick test* sebagai indikator ketinggian blok pasca pemberian anestesi spinal pada pasien section caesarea.

Metode Penelitian: Penelitian ini menggunakan studi observasional prospektif yang melibatkan 35 pasien dengan status ASA II yang menjalani operasi caesar dengan anestesi spinal. Bupivakain hiperbarik 0,5% (10 mg) dengan fentanil 25 µg diberikan secara intratekal. Suhu kulit diukur pada dermatom T4, T6, dan T8 sebelum anestesi dan 1–5 menit setelahnya. Blok sensorik dinilai melalui uji suhu dingin dan uji tusukan jarum. Akurasi diagnostik perubahan suhu dievaluasi menggunakan analisis ROC.

Hasil Penelitian: : Suhu kulit meningkat secara signifikan seiring waktu di semua dermatom ($p < 0,05$), dengan kenaikan terbesar terjadi pada T8, diikuti oleh T6 dan T4. Uji dingin dan uji tusukan jarum menunjukkan hubungan yang bergantung pada waktu dengan ketinggian blok, dan hasilnya menjadi positif secara seragam pada menit keempat. Perubahan suhu kulit menunjukkan kinerja diagnostik yang sangat baik dalam memprediksi hasil tes dingin ($AUC = 0,943$) dan tes tusukan jarum ($AUC = 0,944$) yang positif. Kenaikan suhu sebesar 0,35–0,45 °C menghasilkan sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi.

Kesimpulan: Pemantauan suhu kulit merupakan metode yang cepat, objektif, dan andal untuk menilai tingkat blok sensorik setelah anestesi spinal.

Kata Kunci: Anestesi spinal, suhu kulit, blok sensorik, cold test, pinprick tes

CORRELATION OF SKIN TEMPERATURE VARIATION, COLD TEST, AND PINPRICK TEST WITH SENSORY BLOCK HEIGHT FOLLOWING SPINAL ANESTHESIA

ABSTRACT

Introduction: Accurate evaluation of sensory block height after spinal anesthesia is essential for safe and effective anesthesia. Conventional cold and pinprick tests are subjective, prompting interest in skin temperature changes as an objective indicator of sympathetic blockade.

Objective: The purpose of this study is to determine the relationship between changes in skin temperature, the cold test, and the pinprick test as indicators of the level of the block following spinal anesthesia in patients undergoing cesarean section.

Methods: This prospective observational study enrolled 35 ASA II patients undergoing cesarean section under spinal anesthesia. Hyperbaric bupivacaine 0.5% (10 mg) with fentanyl 25 µg was administered intrathecally. Skin temperature was measured at dermatomes T4, T6, and T8 before anesthesia and at 1–5 minutes afterward. Sensory block was assessed using cold and pinprick tests. Diagnostic accuracy of temperature changes was evaluated using ROC analysis.

Results: Skin temperature increased significantly over time at all dermatomes ($p < 0.05$), with the greatest rise at T8, followed by T6 and T4. Cold and pinprick tests showed time-dependent associations with block height, becoming uniformly positive by minute four. Skin temperature changes demonstrated excellent diagnostic performance for predicting positive cold (AUC = 0.943) and pinprick test results (AUC = 0.944). Temperature increases of 0.35–0.45 °C yielded high sensitivity and specificity.

Conclusion: Skin temperature monitoring is a rapid, objective, and reliable method for assessing sensory block height following spinal anesthesia.

Keywords: Spinal anesthesia, skin temperature, sensory block, cold test, pinprick test

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	v
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.3.1 Tujuan Umum	2
1.3.2 Tujuan Khusus.....	3
1.4 Hipotesis	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Manfaat Ilmiah	3
1.5.2 Manfaat Praktis.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Anestesi Spinal	4
2.1.1 Anatomi Dan Fisiologi Anestesi Spinal	4
2.1.2 Indikasi Dan Kontraindikasi Anestesi Spinal	5
2.1.3 Prosedur Anestesi Spinal.....	6
2.1.4 Komplikasi Pasca Penggunaan Anestesi Spinal.....	8
2.2 Ketinggian Blok	9
2.2.1 Pentingnya Pengukuran Ketinggian Blok.....	9
2.2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Ketinggian Blok Pada Anestesi Spinal	9
2.2.3 Metode Pengukuran Ketinggian Blok.....	10
2.2.4 Tatalaksana Permasalahan Pada Blok Anestesi Spinal	10
2.3 Perubahan Suhu Kulit.....	11
2.3.1 Serabut Syaraf Dan Fungsinya.....	11
2.3.2 Fisiologi Termoregulasi.....	12
2.3.3 Pengukuran Perubahan Suhu Kulit.....	16
2.3.4 Penggunaan Perubahan Suhu Kulit Dalam Menilai Ketinggian Blok	18
2.4 <i>Cold Test</i>	19
2.5 Pinprick Test	22
2.6 Hubungan Perubahan Suhu Kulit, Cold Test dan Pinprick Test.....	23
BAB III KERANGKA TEORI	Error! Bookmark not defined.
BAB IV KERANGKA KONSEP	Error! Bookmark not defined.
BAB V METODOLOGI PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Desain Penelitian	Error! Bookmark not defined.
5.2 Tempat dan Waktu Penelitian	Error! Bookmark not defined.
5.2.1 Tempat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
5.2.2 Waktu Penelitian	Error! Bookmark not defined.
5.3 Populasi dan Sampel Penelitian	Error! Bookmark not defined.
5.3.1 Populasi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
5.3.2 Sampel Penelitian	Error! Bookmark not defined.
5.4 Perkiraan Besar Sampel	Error! Bookmark not defined.
5.5 Kriteria Inklusi, Eksklusi Dan Drop Out	Error! Bookmark not defined.
5.5.1 Kriteria Inklusi	Error! Bookmark not defined.
5.5.2 Kriteria Eksklusi	Error! Bookmark not defined.
5.6 Metode Kerja.....	Error! Bookmark not defined.
5.6.1 Alokasi sampel.....	Error! Bookmark not defined.
5.6.2 Cara kerja	Error! Bookmark not defined.

5.7	Identifikasi dan Klasifikasi Variabel	Error! Bookmark not defined.
5.7.1	Identifikasi Variabel.....	Error! Bookmark not defined.
5.7.2	Klasifikasi variabel	Error! Bookmark not defined.
5.8	Definisi Operasional.....	Error! Bookmark not defined.
5.9	Pengolahan Dan Analisis Data	Error! Bookmark not defined.
5.10	Jadwal Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
5.11	Personalia Penelitian	Error! Bookmark not defined.
5.12	Alur Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB VI	HASIL PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
6.1	Karakteristik Subyek Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
6.2	Perubahan Suhu Pada Ketinggian Blok Tertentu dari Waktu ke Waktu Error! Bookmark not defined.	
6.3	Hasil cold test dari waktu ke waktu pada ketinggian blok T4, T6 dan T8 pasca pemberian anestsesi spinal.....	Error! Bookmark not defined.
6.4	Hasil Pinprict Test dari Waktu ke Waktu pada Ketinggian Blok T4, T6 dan T8 Pasca Pemberian Anestsesi Spinal.....	Error! Bookmark not defined.
6.5	Uji diagnostik perubahan suhu dalam memperkirakan hasil cold test dan pinprict test	Error! Bookmark not defined.
BAB VII	PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
7.1	Karakteristik Subyek Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
7.2	Perubahan Suhu dari Waktu ke Waktu pada Berbagai Ketinggian Blok Error! Bookmark not defined.	
7.3	Hasil Cold Test dari Waktu ke Waktu pada Berbagai Ketinggian Blok Error! Bookmark not defined.	
7.4	Hasil Pinprict Test dari Waktu ke Waktu pada Berbagai Ketinggian Blok	Error! Bookmark not defined.
7.5	Kelebihan dan Keterbatasan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB VIII	KESIMPULAN DAN SARAN	Error! Bookmark not defined.
8.1	Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
8.2	Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		Error! Bookmark not defined.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Anestesi spinal umumnya digunakan untuk berbagai prosedur pembedahan dalam obstetri, ortopedi, ginekologi, dan urologi (Yahya *et al.*, 2023). Anestesi spinal diinduksi dengan menyuntikkan sejumlah kecil anestesi lokal ke dalam cairan serebrospinal (CSF). Penyuntikan biasanya dilakukan di tulang belakang lumbar di bawah level tempat sumsum tulang belakang berakhir (L2) (Ankorn, 2021). Anestesi spinal memiliki banyak keuntungan dibandingkan anestesi umum, yaitu sederhana, murah, aman, mengurangi perdarahan, menghindari risiko komplikasi anestesi umum, memerlukan perawatan anestesi pascaoperasi minimal dan memberikan analgesia pascaoperasi yang adekuat. Anestesi spinal diindikasikan untuk operasi di bawah umbilikus. Kontraindikasi absolut anestesi spinal meliputi penolakan pasien, infeksi di tempat suntikan, alergi sejati terhadap salah satu obat, peningkatan tekanan intrakranial dan koagulopati. Kontraindikasi relatif anestesi spinal meliputi penyakit neurologis, keadaan curah jantung tetap, tidak kooperatif, stenosis aorta. Anestesi spinal juga dikontraindikasikan ketika operasi diperkirakan memakan waktu lebih lama dari durasi blok atau mengakibatkan kehilangan darah sehingga kemungkinan terjadinya hipervolemia berat (Ferede *et al.*, 2020).

Penilaian tinggi blok setelah pemberian blok anestesi regional penting dilakukan untuk menentukan apakah anestesi yang diberikan memuaskan sehingga operasi dapat dilanjutkan dan praktik dapat dilakukan sesuai standar yang tepat (Ousley *et al.*, 2012). Selain itu, blok spinal tinggi merupakan komplikasi serius yang berhubungan dengan bradikardia, hipotensi, blokade saraf motorik ke otot pernapasan, dan perubahan status mental (Benjhawaleemas *et al.*, 2024). Banyak faktor yang berhubungan dengan pasien telah digunakan untuk memprediksi penyebaran anestesi spinal dan blok spinal tinggi seperti barisitas anestesi lokal, dosis anestesi lokal yang lebih tinggi, dan posisi pasien dalam kaitannya dengan barisitas anestesi lokal. Usia, berat badan, tinggi badan, dan IMT juga berhubungan dengan tingkat blok yang lebih tinggi (Benjhawaleemas *et al.*, 2024). Tinggi blok menjadi faktor yang menentukan kepuasan pasien dan persepsi kenyamanan (Ousley *et al.*, 2014).

Metode yang paling banyak digunakan untuk menilai efektivitas anestesi spinal adalah *cold test*. Selama *cold test*, pasien dinilai untuk sensasi dingin di dermatom toraks hingga sakral secara bilateral untuk menentukan area tubuh mana yang dibius. Namun, jenis pengujian blok sensorik tersebut subjektif, membutuhkan banyak waktu, tergantung

pada kerja sama pasien dan dapat dikaitkan dengan hasil positif palsu dan negatif palsu (Bruins *et al.*, 2018).

Selama anestesi regional, blok simpatis menyebabkan vasodilatasi dan peningkatan aliran darah, yang menyebabkan peningkatan suhu kulit lokal (Minville *et al.*, 2009). Perubahan suhu kulit yang diakibatkan oleh blokade simpatis dinyatakan sebagai indikator keberhasilan blok. Pengukuran suhu kulit dengan sentuhan sederhana mencapai sensitivitas 92%, dengan nilai prediksi positif sebesar 95% (Ode, Selvaraj and Smith, 2017).

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Galvin *et al.* (2006) menyatakan bahwa peningkatan suhu kulit dapat menjadi metode yang berguna untuk mengevaluasi efektivitas blok dengan spesifisitas dan sensitivitas yang lebih tinggi daripada perubahan sensasi terhadap rangsangan dingin. Penelitian terkait perbandingan perubahan suhu kulit dan *cold test* untuk menilai tinggi blok pada anestesi spinal masih sangat terbatas dan belum pernah dilakukan di Indonesia maupun di Makassar.

Perbandingan modalitas pengukuran yang paling akurat dalam penilaian tinggi blok dapat memengaruhi keputusan dalam penggunaan dalam layanan anestesi sehingga penggunaan modalitas tersebut membuat pasien mampu mencapai ketinggian blok yang sesuai, melanjutkan operasi dan meningkatkan kepuasan serta kenyamanan pasien (Ousley *et al.*, 2014).

Oleh karena itu, penelitian ini menarik dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara perubahan suhu kulit dan *cold test* sebagai indikator ketinggian blok pasca pemberian anestesi spinal di Makassar.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini yaitu bagaimana hubungan antara perubahan suhu kulit, cold test dan pinprick test sebagai indikator ketinggian blok pasca pemberian anestesi spinal

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara perubahan suhu kulit, *cold test* dan *pinprick test* sebagai indikator ketinggian blok pasca pemberian anestesi spinal pada pasien section caesarea.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui karakteristik pasien yang menjalani pembedahan dengan anestesi spinal.
2. Menilai perubahan suhu kulit dari waktu ke waktu pada berbagai ketinggian blok pasca pemberian anestesi spinal.
3. Menilai hasil *cold test* dari waktu ke waktu pada berbagai ketinggian blok pasca pemberian anestesi spinal.
4. Menilai hasil *pinprick test* dari waktu ke waktu pada berbagai ketinggian blok pasca pemberian anestesi spinal.
5. Menilai validitas penggunaan perubahan suhu kulit dalam memprediksi hasil cold test dan pinprick test pasca pemberian anestesi spinal.

1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini yaitu *cold test*, *pinprick test* dan perubahan suhu kulit mengalami perubahan signifikan dari waktu ke waktu pada berbagai ketinggian blok pasca pemberian anestesi spinal.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Ilmiah

Menjadi sumbangan data ilmiah pada keilmuan mengenai peran perubahan suhu kulit, *cold test* dan *pinprick test* sebagai indikator ketinggian blok pasca pemberian anestesi spinal.

1.5.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini dapat diperoleh informasi mengenai alat ukur yang lebih akurat dalam menilai ketinggian blok pasca pemberian anestesi spinal untuk memberikan kemajuan pelayanan anestesi di masa yang akan datang, terutama pada pelayanan operasi dengan anestesi spinal di Makassar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Anestesi Spinal

2.1.1 Anatomi Dan Fisiologi Anestesi Spinal

Anestesi spinal pertama kali dilakukan secara tidak sengaja oleh Corning pada tahun 1885. Dikenal sebagai blok subaraknoid, merupakan jenis anestesi regional umum yang melibatkan penyuntikan agen anestesi ke dalam ruang subaraknoid. Anestesi spinal merupakan bagian dari praktik anestesi modern karena keberhasilannya yang terbukti, prediktabilitasnya, peningkatan kepuasan pasien, dan tingkat komplikasi yang rendah. Diameter, jenis, dan desain ujung jarum spinal telah terbukti dapat mengurangi komplikasi. Sejumlah prosedur bedah rawat jalan sangat cocok untuk anestesi spinal (Ferede *et al.*, 2020).

Pemberian anestesi spinal memerlukan posisi yang tepat dan pemahaman tentang anatomi neuraksial. Tujuannya adalah untuk memberikan anestesi yang diberikan dengan tepat ke dalam ruang intratekal (subarachnoid). Tulang belakang terdiri dari 7 tulang vertebra servikal, 12 tulang vertebra toraks, 5 tulang vertebra lumbar, dan 5 tulang vertebra sakral yang menyatu. Tulang-tulang vertikal yang berbeda mendapatkan namanya berdasarkan posisi relatif dan perbedaan strukturalnya. Vertebra ditumpuk ujung ke ujung dengan sendi dan ligamen yang mengartikulasi dengan ruang berongga yang disebut kanal tulang belakang. Kanal ini menampung sumsum tulang belakang. Saraf tulang belakang keluar dari kanal tulang belakang melalui ruang lateral antara pedikel dari vertebra yang berdekatan (Olawin and Das, 2022).

Anestesi spinal biasanya dilakukan di daerah lumbar, khususnya di interspace L3/4 atau L4/5. Hal ini memastikan bahwa prosedur dilakukan di bawah terminasi sumsum tulang belakang untuk meminimalkan risiko cedera. Ujung kaudal sumsum tulang belakang, yang dikenal sebagai konus medullaris, biasanya berakhir di batas bawah badan vertebra L1 pada orang dewasa, dengan variabilitas yang meluas dari T12 hingga L3. Pada pasien anak, konus medullaris cenderung berakhir sedikit lebih rendah, sekitar L3. Di bawah konus medullaris terdapat cauda equina, kumpulan saraf tulang belakang di dalam ruang subaraknoid yang memanjang ke daerah sakral. Di sekeliling struktur ini terdapat kantung dural, yang biasanya memanjang hingga ke tingkat S2/S3 dan berisi cairan serebrospinal (CSF). Ruang interkostal lumbal yang dipilih memungkinkan anestesi bekerja pada cauda equina daripada sumsum tulang belakang, sehingga meningkatkan keamanan sekaligus mencapai anestesi yang efektif (Karunarathna *et al.*, 2024).

Selama penyisipan jarum spinal, beberapa struktur anatomi dilintasi, dimulai dari kulit dan berlanjut sebagai berikut:

1. Kulit dan jaringan subkutan
2. Ligamentum supraspinosa
3. Ligamentum interspinosa
4. Ligamentum flavum
5. Ruang epidural
6. Material dura
7. Material arakhnoid
8. Ruang subaraknoid (intratekal)

Jaringan spesifik yang ditemui mungkin sedikit berbeda tergantung pada pendekatan dan anatomi individu (Karunarathna *et al.*, 2024).

Memahami anatomi dermatom sangat penting untuk mencapai blok yang memadai dan mencegah nyeri yang tidak diinginkan selama operasi. Setiap dermatom berhubungan dengan daerah sensorik kulit yang dipersarafi oleh saraf tulang belakang tertentu. Misalnya: T4: Garis puting susu, T7: Prosesus xifoideus, T10: Umbilikus, dan C8: Jari kelima. Untuk operasi perut bagian bawah seperti operasi caesar, sayatan bedah sering terjadi di bawah dermatom T10. Namun, blok anestesi harus meluas ke dermatom T4 untuk memperhitungkan traksi peritoneum dan manipulasi uterus, yang dapat menyebabkan nyeri atau ketidaknyamanan (Karunarathna *et al.*, 2024).

2.1.2 Indikasi Dan Kontraindikasi Anestesi Spinal

Anestesi spinal umum digunakan untuk prosedur pembedahan yang melibatkan perut bagian bawah, panggul, perineum, dan ekstremitas bawah; anestesi ini bermanfaat untuk prosedur di bawah pusar. Anestesi spinal paling baik digunakan untuk prosedur singkat. Prosedur yang lebih lama atau prosedur yang dapat membahayakan pernapasan, anestesi umum biasanya lebih disukai (Olwin and Das, 2022; Karunarathna *et al.*, 2024). Kontraindikasi absolut anestesi spinal adalah kurangnya persetujuan dari pasien dan tekanan intrakranial (TIK) yang meningkat, terutama karena adanya massa intrakranial dan infeksi di lokasi prosedur (risiko meningitis). Kontraindikasi relatif anestesi spinal adalah penyakit neurologis yang sudah ada sebelumnya (terutama yang muncul dan menghilang, misalnya, multiple sclerosis) dan dehidrasi berat (hipovolemia) karena risiko hipotensi, faktor risiko hipotensi meliputi hipovolemia, usia lebih dari 40 hingga 50 tahun, operasi darurat, obesitas, konsumsi alkohol kronis, dan hipertensi kronis, trombositopenia atau koagulopati (terutama dengan anestesi epidural karena risiko hematoma epidural). Kontraindikasi relatif lainnya adalah stenosis mitral dan aorta yang parah dan obstruksi

aliran keluar ventrikel kiri, seperti yang terlihat pada kardiomiopati obstruktif hipertrofik. (Olawin and Das, 2022).

2.1.3 Prosedur Anestesi Spinal

1. Evaluasi Pra-Prosedur

Riwayat dan pemeriksaan fisik yang komprehensif adalah dasar persiapan. Aspek-aspek penting meliputi (Karunarathna *et al.*, 2024):

a. Riwayat:

Riwayat Anestesi: Memahami respons pasien sebelumnya terhadap anestesi, reaksi yang merugikan, dan rincian anestesi neuraksial sebelumnya.

Alergi: Mengidentifikasi alergi yang diketahui, terutama terhadap anestesi lokal, agen antiseptik (misalnya, klorheksidin), atau lateks.

Riwayat Keluarga: Skrining untuk kondisi anestesi yang diwariskan, seperti hipertermia ganas.

b. Pemeriksaan Fisik:

- 1) Pemeriksaan Punggung: memeriksa adanya infeksi kulit, bekas luka, kelainan bentuk (misalnya, skoliosis atau kifosis), dan bukti adanya operasi tulang belakang sebelumnya atau kelainan bawaan seperti spina bifida atau sindrom tali pusat tertambat.
- 2) Pemeriksaan Neurologis: mengevaluasi kekuatan dan sensasi dasar untuk mendokumentasikan defisit yang sudah ada sebelumnya dan pastikan perbandingan pascaprocedure yang jelas.
- 3) Status Koagulasi: mengkonfirmasi jumlah trombosit dan studi koagulasi untuk menghindari komplikasi seperti hematoma tulang belakang, terutama pada pasien yang mengonsumsi antikoagulan atau dengan gangguan pembekuan darah yang diketahui.
- 4) Waktu Istirahat: melakukan waktu istirahat prosedural untuk memverifikasi identitas pasien, prosedur yang direncanakan, persetujuan, status alergi, dan profil koagulasi.

2. Pemilihan Obat

Pemilihan anestesi lokal bergantung pada durasi prosedur, efek yang diinginkan, dan faktor khusus pasien. Agen yang umum digunakan meliputi:

- a) Lidokain (5%): Onset cepat (3–5 menit) dengan durasi 60–90 menit.
- b) Bupivakain (0,5%): Banyak digunakan, dengan onset 5–8 menit dan durasi lebih lama 90–150 menit.

- c) Tetrakain (0,5%): Anestesi tahan lama yang sering digunakan dalam prosedur tulang belakang.
- d) Mepivakain (2%): Cocok untuk prosedur durasi sedang.
- e) Ropivakain (0,75%) dan Levobupivakain (0,5%): Alternatif yang lebih aman untuk bupivakain dengan kardi toksisitas yang berkurang.
- f) Kloropropain (3%): Onset cepat, biasanya digunakan untuk prosedur durasi pendek.

3. Posisi pasien

Posisi yang tepat sangat penting untuk memastikan kemudahan akses dan kenyamanan pasien selama prosedur. Dua posisi yang paling umum adalah:

- a) Posisi Duduk: Pasien duduk di tepi tempat tidur dengan kaki menggantung ke bawah. Dorong pasien untuk melenturkan tulang belakangnya (menggulung seperti udang) untuk memaksimalkan ruang interspinous. Sangat cocok untuk larutan hiperbarik, karena gravitasi membantu dalam distribusi anestesi.
- b) Posisi Dekubitus Lateral: Pasien berbaring miring dengan lutut ditarik ke arah dada, dan dagu ditekuk. Posisi ini berguna untuk pasien yang tidak dapat duduk atau untuk prosedur tertentu yang memerlukan distribusi anestesi yang tepat.
- c) Pada pasien obesitas, mengidentifikasi ruang interspinous dapat menjadi tantangan karena lemak subkutan. Palpasi landmark anatomi (misalnya, krista iliaka untuk level L4) sangat penting.

4. Prosedur operasi standar

Parameter dasar yang dipantau selama anestesi spinal meliputi tekanan darah, elektrokardiografi, saturasi oksigen dengan oksimetri nadi, keluaran urin, dan tinggi blok sensorik. Semua prosedur anestesi spinal dilakukan oleh dokter anestesi residen atau staf ahli anestesi bersertifikat. Sebelum induksi anestesi spinal, 1000 mL kristaloid isotonik diberikan kepada setiap ibu bersalin. Prosedur anestesi spinal dilakukan dengan pasien dalam posisi dekubitus lateral, dan pasien ditempatkan dalam posisi terlentang segera. Secara rutin, jarum spinal Quincke 27G digunakan pada setiap ibu bersalin. Namun, dalam kasus lebih dari dua kali percobaan yang gagal, jarum dengan ukuran lebih besar dipertimbangkan. Tekanan darah dasar diukur sebelum pemberian blok subaraknoid dan selanjutnya pada interval 1 menit selama 15 menit. Setelah itu, tekanan darah diukur setiap 3–5 menit (Benjhawaleemas *et al.*, 2024).

Tinggi blok diuji oleh pelaku berdasarkan hilangnya sensasi tusukan jarum setelah blok spinal, dan dicatat pada formulir catatan anestesi. Data yang mencakup jumlah blok, pelaku blok spinal, pendekatan terhadap blok, dosis bupivacain hiperbarik 0,5%, dan dosis morfin intratekal diambil dari catatan anestesi. Praktik rutin memerlukan penggunaan bupivacain hiperbarik 0,5% 10–11 mg dengan morfin intratekal 0,1–0,2 mg pada semua

ibu bersalin, kecuali keputusan diubah oleh staf ahli anestesi bersertifikat. Jika ibu bersalin menerima lebih dari satu blok spinal, dosis total bupivacain hiperbarik 0,5% dan morfin intratekal didokumentasikan. Dalam penelitian ini menghitung total dosis efedrin dan total larutan kristaloid intraoperatif, dan memperkirakan kehilangan darah intraoperatif. Berat lahir janin dan skor Apgar pada menit ke-1 dan ke-5 juga didokumentasikan. Kami mencatat waktu intraoperatif (dari blok spinal yang berhasil hingga akhir operasi), waktu unit perawatan pascaanestesi (PACU), dan tingkat blok sebelum pasien keluar dari PACU (Benjhawaleemas *et al.*, 2024).

2.1.4 Komplikasi Pasca Penggunaan Anestesi Spinal

Komplikasi anestesi spinal dapat diklasifikasikan sebagai minor, sedang, dan mayor. Komplikasi minor meliputi mual, muntah, hipotensi ringan, menggigil, dan retensi urin. Sakit kepala pasca tusukan dural dan blokade tulang belakang yang gagal diklasifikasikan sebagai komplikasi sedang, dan hematoma kanal tulang belakang, trauma jarum langsung, total spinal, kolaps kardiovaskular, meningitis, kelumpuhan, dan bahkan kematian adalah komplikasi utama (Hunie *et al.*, 2021).

Sakit kepala dapat muncul dalam waktu 12-24 jam dan dapat berlangsung selama seminggu atau lebih. Sakit kepala tersebut bersifat postural, yang akan bertambah parah jika kepala diangkat dan berkurang jika berbaring. Sakit kepala tersebut sering terjadi di oksipital dan dapat dikaitkan dengan leher kaku. Sakit kepala ini sering disertai mual, muntah, pusing, dan fotofobia. Pengobatan sakit kepala spinal yaitu pasien dengan sakit kepala spinal lebih suka berbaring di tempat tidur karena hal ini dapat meredakan rasa sakit. Pasien harus didorong untuk minum dengan bebas atau, jika perlu, diberikan cairan intravena untuk menjaga hidrasi yang adekuat. Analgesik sederhana seperti parasetamol, aspirin, atau kodein dapat membantu, begitu juga dengan tindakan untuk meningkatkan tekanan intra-abdominal dan epidural seperti berbaring tengkurap. (Ankcorn, 2021).

Banyak dari komplikasi yang telah dilaporkan disebabkan oleh penyuntikan obat atau bahan kimia yang tidak tepat ke dalam CSF yang menyebabkan meningitis, arachnoiditis, mielitis transversal, atau sindrom cauda equina dengan berbagai pola gangguan neurologis dan gangguan sfingter. Jika tindakan pencegahan steril yang tidak memadai dilakukan, meningitis bakteri atau abses epidural dapat terjadi meskipun diperkirakan bahwa sebagian besar abses tersebut disebabkan oleh penyebaran infeksi dalam darah (Ankcorn, 2021).

2.2 Ketinggian Blok

2.2.1 Pentingnya Pengukuran Ketinggian Blok

Tinggi blok didefinisikan dengan tidak dapat menghargai sensasi dingin di tingkat Umbilikus = T-10, prosesus Xiphoid = T-6, Puting susu = T-4. Tinggi blok anestesi spinal yang adekuat diperlukan untuk menghindari efek samping atau komplikasi anestesi spinal dan menyediakan kondisi pembedahan yang adekuat (Yahya *et al.*, 2023).

Blok spinal tinggi didefinisikan sebagai kebutuhan untuk mengubah ke anestesi umum dalam waktu 20 menit setelah penempatan spinal sebagai akibat dari perubahan status mental, kelemahan, atau gangguan pernapasan akibat blok tinggi, atau tinggi blok yang tercatat $\geq T1$ (Lamon *et al.*, 2017).

2.2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Ketinggian Blok Pada Anestesi Spinal

Skor prediksi risiko blok spinal tinggi dapat diterapkan untuk meminimalkan skor risiko menengah (15–21) hingga rendah (≤ 14), misalnya, dengan menghindari dosis tinggi bupivacain (> 11 mg) (skor 9) dan melibatkan pelaksana blok spinal yang berpengalaman. Penggunaan algoritma pemberian dosis berdasarkan tinggi badan untuk pemberian bupivacain dapat bermanfaat. Meskipun banyak faktor risiko yang tidak dapat dicegah, misalnya, IMT tinggi, berat janin tinggi, dan GA < 35 minggu, seseorang harus menyadari blok spinal tinggi ($> T4$); bersiap untuk meminimalkan risiko kejadian buruk, seperti pemberian cairan praoperasi; dan fokus pada pemeliharaan stabilitas hemodinamik, sehingga meningkatkan kesejahteraan ibu selama persalinan sesar (Benjhawaleemas *et al.*, 2024).

Penelitian Lamon *et al.* (2017) pada 5015 perempuan menyatakan bahwa blok spinal tinggi terjadi pada 29 pasien (0,6%). Risiko spinal tinggi berbeda secara signifikan menurut IMT. Dalam model multivariat, IMT dan prioritas persalinan sesar berhubungan dengan blok tinggi. IMT ≥ 50 kg/m² berhubungan dengan kemungkinan blok tinggi yang lebih besar dibandingkan dengan IMT < 30 kg/m². Persalinan sesar terjadwal juga dikaitkan dengan kemungkinan blok tinggi yang lebih besar dibandingkan dengan persalinan yang tidak terjadwal. Risiko blok tinggi lebih besar pada pasien dengan IMT ≥ 50 kg/m² yang berhubungan dengan tingkat peningkatan tekanan intra-abdomen yang lebih tinggi pada parturien super obesitas. Selain itu, penyebaran anestesi lokal dipengaruhi oleh barisitasnya saat disuntikkan ke penyebaran subaraknoid, sehingga memengaruhi tinggi blok. Penggunaan larutan anestesi lokal hiperbarik berhubungan dengan penyebaran yang lebih dapat diprediksi dibandingkan dengan anestesi lokal iso atau hipobarik (Kollipara, Kodali and Parameswari, 2021).

2.2.3 Metode Pengukuran Ketinggian Blok

Penilaian tinggi blok sangat penting untuk menentukan apakah anestesi cukup untuk melanjutkan operasi. Berbagai metode, termasuk sentuhan, *pinprick test*, atau *cold test*, digunakan, dan penilaian bergantung pada persepsi subjektif pasien. Penilaian tinggi blok dilakukan pada kedua sisi menggunakan sentuhan, tusukan jarum, dan *cold test* dengan cara yang terstandarisasi. Pinprick tes dinilai menggunakan kanula akses vial inter-link yang pertama kali diaplikasikan pada klavikula. Kanula akses vial dipindahkan ke sefalad dari dermatom L1 sampai pasien merasakan sensasinya setajam yang dirasakan di klavikula. Tinggi blok untuk setiap modalitas dicatat ketika ahli anestesi menganggap blok tersebut cukup untuk memulai operasi (Ousley *et al.*, 2014).

Beberapa pasien sangat buruk dalam menjelaskan apa yang mereka rasakan atau tidak. Tanda-tanda objektif sangat penting dipertimbangkan. Misalnya, jika pasien tidak dapat mengangkat kakinya dari tempat tidur, blok setidaknya sampai ke daerah pinggang tengah. Tidak perlu menguji sensasi dengan pinprick dan meninggalkan pasien dengan serangkaian luka tusuk berdarah. Lebih baik menguji hilangnya sensasi suhu menggunakan kapas yang dibasahi eter atau alkohol. Hal tersebut dilakukan dengan terlebih dahulu menyentuh pasien dengan kapas basah di dada atau lengan (di mana sensasi normal), sehingga pasien menyadari bahwa kapas terasa dingin. (Ankcorn, 2021).

2.2.4 Tatalaksana Permasalahan Pada Blok Anestesi Spinal

1. Blok hanya pada satu sisi atau tidak cukup tinggi di satu sisi
 - a. Ketika menggunakan larutan hiperbarik, pasien dibaringkan pada sisi yang tidak cukup tersumbat selama beberapa menit dan sesuaikan meja sehingga pasien sedikit kepala di bawah.
 - b. Ketika menggunakan larutan isobarik, pasien dibaringkan pada sisi yang tersumbat. (Memindahkan pasien dengan cara apa pun dalam 10-20 menit pertama setelah penyuntikan akan cenderung meningkatkan ketinggian blok).
2. Blok tidak cukup tinggi.
 - a. Ketika menggunakan larutan hiperbarik, kepala pasien dimiringkan ke bawah saat terlentang (berbaring telentang), sehingga larutan dapat mengalir ke lengkungan lumbar. Lengkungan lumbar diratakan dengan mengangkat lutut pasien.
 - b. Saat menggunakan larutan biasa, pasien diputar dari posisi berbaring ke posisi tengkurap (berbaring tengkurap) dan kembali lagi ke posisi berbaring.
3. Blok terlalu tinggi

Pasien mengeluh kesulitan bernapas atau kesemutan di lengan atau tangan. Memiringkan meja dengan kepala menghadap ke atas tidak boleh dilakukan.

4. Mual atau muntah

Hal ini dapat terjadi pada blok spinal tinggi yang dapat dikaitkan dengan hipotensi. Periksa tekanan darah dan obati dengan tepat.

5. Menggigil

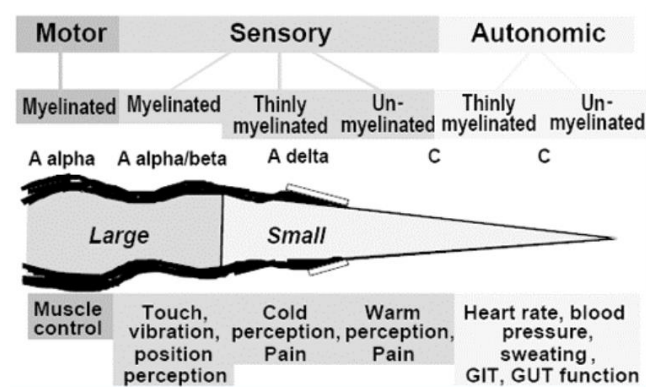
Hal ini terjadi sesekali. Pasien diyakinkan dan berikan oksigen melalui masker (Ankorn, 2021).

Pemantauan pernapasan, denyut nadi, dan tekanan darah secara ketat sangat penting untuk dilakukan. Tekanan darah dapat turun drastis setelah induksi anestesi spinal, terutama pada orang tua dan mereka yang belum mendapatkan cairan yang cukup. Tanda-tanda peringatan penurunan tekanan darah meliputi pucat, berkeringat, atau mengeluh mual atau merasa tidak enak badan secara umum. Penurunan tekanan darah sistolik sedang hingga, katakanlah, 80 mmHg pada pasien muda yang bugar atau 100 mmHg pada pasien yang lebih tua dapat diterima, jika pasien terlihat dan merasa sehat serta mendapat oksigenasi yang cukup. Bradikardia cukup umum terjadi selama anestesi spinal, khususnya jika dokter bedah memanipulasi usus atau rahim. Jika pasien merasa sehat, dan tekanan darah tetap terjaga, maka tidak perlu memberikan atropin. Namun, jika denyut jantung turun di bawah 50 denyut per menit atau terjadi hipotensi, maka atropin 300-600 mcg harus diberikan secara intravena. Secara umum dianggap sebagai praktik yang baik bagi semua pasien yang menjalani operasi dengan anestesi spinal untuk diberikan oksigen tambahan melalui masker wajah dengan kecepatan 2-4 liter/menit, khususnya jika sedasi juga telah diberikan (Ankorn, 2021).

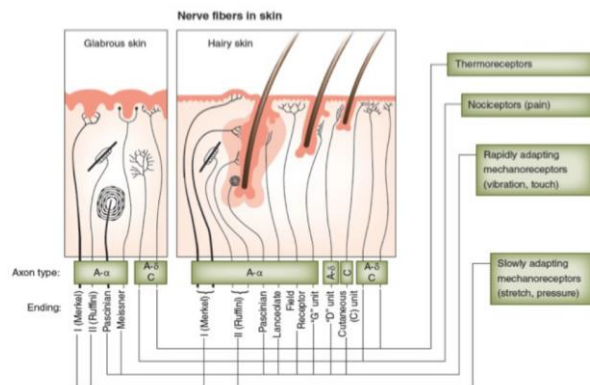
2.3 Perubahan Suhu Kulit

2.3.1 Serabut Syaraf Dan Fungsinya

Serabut alfa adalah serabut bermielin besar, yang bertanggung jawab atas fungsi motorik dan kontrol otot. Serabut alfa/beta juga merupakan serabut bermielin besar, dengan fungsi sensorik seperti persepsi terhadap sentuhan, getaran, dan posisi. Serabut delta adalah serabut bermielin kecil, yang bertanggung jawab atas rangsangan nyeri dan persepsi dingin. Serabut C dapat bermielin atau tidak bermielin dan memiliki fungsi sensorik (persepsi hangat dan nyeri) dan otonom (tekanan darah, pengaturan detak jantung, berkeringat, dll.) (Gambar 1) (Casellini and Vinik, 2006).



Gambar 1. Sistem saraf tepi dan deskripsi penyebab yang mendasari neuropati serabut kecil dan besar. *Sumber: (Casellini and Vinik, 2006).*

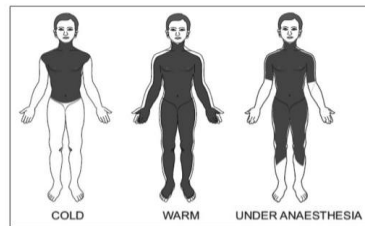


Gambar 2. Serabut syaraf kulit dan fungsinya. *Sumber: (Casellini and Vinik, 2006)*

Semua modalitas sensorik dapat terpengaruh, terutama persepsi getaran, sentuhan, dan posisi (kerusakan serabut Aα/β yang besar); dan nyeri, dengan persepsi suhu panas dan dingin yang tidak normal (kerusakan serabut Aδ bermielin tipis dan serabut C tidak bermielin) (Gambar 2) (Casellini and Vinik, 2006).

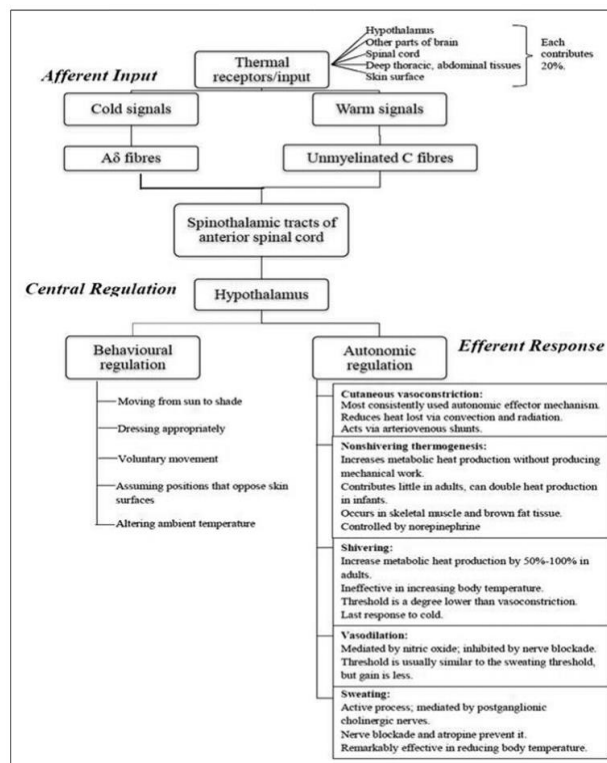
2.3.2 Fisiologi Termoregulasi

Suhu tubuh merupakan tanda vital dan diatur dengan ketat untuk fungsi fisiologis normal. Suhu inti rata-rata pada manusia sehat adalah 36,5°C–37,3°C. Perubahan suhu tubuh yang tidak disengaja selama operasi cukup umum terjadi. Insiden hipotermia yang tidak disengaja (hingga 90%) jauh lebih tinggi daripada hipertermia. Fluktuasi suhu memiliki efek fisiologis yang berbahaya dan dapat berdampak buruk pada hasil pasien. Suhu kompartemen inti tubuh (kepala dan toraks) biasanya sekitar 37°C. Bagian perifer biasanya 2°C–4°C lebih dingin daripada bagian inti (Gambar 3). Gradien ini dipertahankan oleh vasokonstriksi termoregulasi tonik.



Gambar 3. Distribusi panas tubuh. *Sumber: (Bindu, Bindra and Rath, 2017)*

Termoregulasi adalah mekanisme yang digunakan hipotalamus untuk mengatur suhu tubuh pada tingkat yang stabil. Termoregulasi didasarkan pada beberapa sinyal yang datang dari hampir setiap jenis jaringan. Pemrosesan informasi termal terjadi dalam tiga fase: masukan aferen, regulasi sentral, dan respons eferen. Gambar 4 menjelaskan ketiga fase tersebut. Hipotalamus adalah struktur sentral utama yang mengatur suhu (Bindu, Bindra and Rath, 2017).

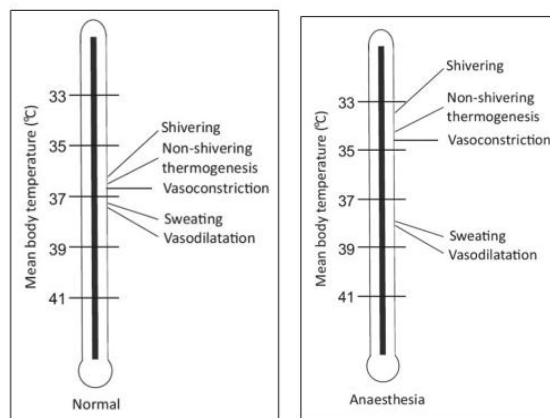


Gambar 4. Fisiologi termoregulasi. *Sumber: (Bindu, Bindra and Rath, 2017)*

Hipotalamus mengintegrasikan masukan termal dan mengaktifkan mekanisme efektor yang menormalkan suhu dengan mengubah produksi panas metabolik dan kehilangan panas lingkungan. Setiap mekanisme efektor memiliki ambang batasnya sendiri; terdapat perkembangan respons yang teratur sesuai dengan kebutuhan, yaitu,

respons yang lebih hemat energi seperti vasokonstriksi dimanfaatkan secara maksimal sebelum respons yang membutuhkan banyak metabolisme seperti menggigil diaktifkan. Respons eferen meliputi regulasi perilaku dan otonom. Regulasi perilaku adalah mekanisme yang paling kuat dan membutuhkan persepsi suhu tubuh secara sadar; 50% dimediasi oleh suhu kulit. Respons otonom meliputi berbagai mekanisme. Berkeringat adalah satu-satunya mekanisme yang digunakan tubuh untuk menghilangkan panas di lingkungan yang panas; setiap gram keringat yang diuapkan menghilangkan 0,58 kkal panas. Suhu ambang adalah suhu saat respons dipicu. Ambang untuk vasokonstriksi dan menggigil masing-masing adalah 36,5°C dan 36,0°C. Anestesi umum menurunkan ambang ini sebesar 2°C–3°C. Ambang bervariasi setiap hari pada kedua jenis kelamin (ritme sirkadian) dan setiap bulan pada wanita (hingga 0,5°C). Latihan, asupan makanan, infeksi, dan kondisi hipotiroid dan hipertiroid juga mengubah suhu ambang batas. Kisaran interthreshold adalah kisaran di mana respons otonom tidak diaktifkan. Kisaran ini dibatasi oleh ambang batas berkeringat di ujung atasnya dan ambang batas vasokonstriksi di ujung bawahnya (Gambar 5) (Bindu, Bindra and Rath, 2017).

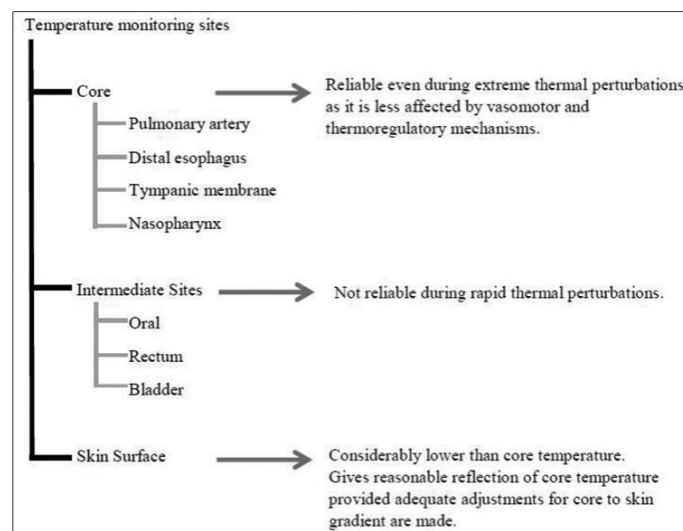
Di bawah anestesi umum, regulasi perilaku tidak relevan karena sebagian besar pasien tidak sadar dan sering lumpuh. Pasien bergantung pada pertahanan otonom dan manajemen termal eksternal untuk termoregulasi. Respons otonom juga sangat terganggu di bawah anestesi; sebagian besar anestesi meningkatkan respons hangat dan mengurangi ambang respons dingin. Kisaran suhu ambang meningkat hingga 10 kali lipat, dari 0,3°C menjadi sekitar 2°C–4°C (Gambar 5). Suhu dalam kisaran tersebut tidak memicu pertahanan termoregulasi dan pasien bersifat poikilotermik (Bindu, Bindra and Rath, 2017).



Gambar 5. Ambang batas suhu yang berbeda dalam kondisi fisiologis normal dan saat anestesi. *Sumber: (Bindu, Bindra and Rath, 2017)*

Termometer merkuri dalam kaca lambat, tidak praktis, dan tidak lagi direkomendasikan. Termometer elektronik menggunakan termistor dan termokopel. Termometer ini cukup akurat ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$), murah, dan merupakan metode yang paling

bergantung. Monitor inframerah mendeteksi panas yang dilepaskan oleh radiasi dan dapat mengukur suhu dari membran timpani dan kulit dahi, tetapi kurang dapat diandalkan. Kristal cair termotropik yang disertakan dalam lembaran sekali pakai juga tersedia, tetapi kurang akurat. Suhu dapat dipantau di berbagai lokasi seperti yang dijelaskan pada Gambar 6. Tidak ada pedoman yang ada yang menentukan perangkat atau lokasi terbaik untuk memantau suhu. Lokasi dan pemilihan perangkat bergantung pada dokter, jenis operasi, dan aksesibilitas lokasi pemantauan. Metode yang paling tidak invasif yang memberikan penilaian suhu inti yang andal harus lebih disukai. (Bindu, Bindra and Rath, 2017).



Gambar 6. Lokasi pemantauan suhu. *Sumber: (Bindu, Bindra and Rath, 2017)*

Kulit merupakan organ tubuh terbesar, meliputi sekitar 2 m² perseg, yang memainkan peran penting dalam termoregulasi. Bersama dengan jaringan adiposa, kulit menyediakan isolasi termal bagi tubuh. Selain itu, kulit berfungsi sebagai sistem "radiator panas", yang bertanggung jawab atas sekitar 90% kehilangan panas tubuh. Aliran darah ke kulit merupakan mekanisme yang paling efektif untuk perpindahan panas dari inti tubuh ke lingkungan. Oleh karena itu, suhu kulit dapat berubah dan biasanya lebih rendah daripada inti. Keseimbangan pertukaran termal antara lingkungan internal dan eksternal terkadang dijelaskan oleh apa yang disebut Delta, yang merupakan perbedaan antara suhu inti dan suhu kulit. Dalam kondisi normal, Delta berada di sekitar 3,6 °C (suhu inti normal adalah 36,6 °C, suhu kulit normal adalah 33 °C). Penyimpangan tersebut dapat mengindikasikan peradangan (suhu lokal meningkat) atau perfusi berkurang (suhu lokal menurun) (Saiko, 2022).

2.3.3 Pengukuran Perubahan Suhu Kulit

Penentuan luas blokade simpatis dapat dilakukan dengan pengukuran suhu kulit dengan termografi inframerah dan menghubungkan luas kranial peningkatan suhu dengan blok sensorik setelah anestesi spinal. Sebelum dan 5, 10 dan 20 menit setelah pemberian anestesi spinal, suhu kulit diukur dengan termografi inframerah pada dermatom T2–L3, pada 12 pasien laki-laki yang dijadwalkan untuk operasi tungkai bawah. Dermatome sefalad paling banyak di mana blokade sensorik terjadi terkait dengan dermatome di mana lonjakan suhu terbesar (dikoreksi untuk suhu dasar) terjadi. Hasil menunjukkan bahwa suhu dasar menunjukkan variasi yang cukup besar di seluruh dermatome, lebih rendah di bawah T12 daripada di dermatome toraks. Perbedaan rata-rata antara tingkat peningkatan suhu kulit sefalad (rata-rata 1,03 °C, SD 0,8 °C) dan tinggi blok sensorik kranial adalah 0,10 dermatome (SD 1,16), koefisien korelasi (0,88, P0,001). Dengan demikian, suhu dasar yang bervariasi di seluruh batang tubuh, peningkatan suhu kulit yang disebabkan oleh blok simpatis terbatas di batang tubuh dan sulitnya mengendalikan pengaruh dari lingkungan sekitar sebagian telah mengaburkan tingkat peningkatan suhu kulit dan korelasinya dengan tinggi blok sensorik. Faktor-faktor ini harus dikendalikan untuk meningkatkan penggunaan kamera inframerah sebagai alat bantu yang mudah digunakan di samping tempat tidur untuk memprediksi tingkat kranial (blokade simpatis selama) anestesi spinal (Van Haren *et al.*, 2010).

Anestesi spinal menghasilkan blok motorik, sensorik dan simpatis. Penilaian blok simpatis sebagai komponen penilaian blok keseluruhan selama anestesi neuraksial dapat dilakukan dengan mengukur suhu kulit perifer di kaki sebagai metode yang sederhana dan mudah diakses untuk mengukur blokade simpatis karena anestesi spinal. Peningkatan suhu kulit kaki merupakan bukti objektif adanya blok simpatis bilateral, yang pada gilirannya merupakan tanda anestesi spinal bersama dengan tanda-tanda lain seperti blok motorik tungkai bawah dan blok sensorik terhadap modalitas seperti sentuhan ringan dan dingin.

Blokade simpatis dari anestesi spinal terjadi secara preganglionik di dalam ruang subaraknoid. Akson preganglionik simpatis muncul dari sel-sel di kolom intermediolateral sumsum tulang belakang. Sel-sel ini hanya ada di sumsum tulang belakang dari segmen tulang belakang toraks pertama (T1) hingga lumbar kedua (L2). Akson meninggalkan sumsum tulang belakang sebagai akar tulang belakang anterior, melintasi ruang subaraknoid dan melewati dura dan ruang epidural. Akson preganglionik sefalad tertinggi muncul dari segmen tulang belakang T1. Akson preganglionik simpatis kaudal terendah muncul dari segmen tulang belakang L2, pada tingkat vertebra T12, untuk muncul melalui dura pada tingkat vertebra L2. Akson preganglionik berjalan dalam rami komunikans putih (bermielin) ke ganglia simpatis paravertebral tempat mereka dapat naik atau turun dalam

rantai simpatis hingga enam segmen tulang belakang sebelum bersinaps dengan hingga 22 saraf postganglionik. Saraf postganglionik berjalan di rami communicantes abu-abu (tidak bermielin) untuk bergabung kembali dengan saraf tulang belakang saat mereka mendistribusikannya ke batang tubuh dan anggota badan. Saraf postganglionik secara langsung menginervasi sebagian besar arteri, arteriol, dan vena yang memiliki otot polos tetapi tidak vena dan kapiler yang tidak memiliki otot polos. Melalui aksi norepinefrin dan neuropeptida ko-transmitter lainnya, persarafan simpatik mempertahankan tonus basal vasokonstriktor, terutama arteriol yang memiliki peran penting dalam mengatur aliran darah regional, yang berada dalam keseimbangan dinamis istirahat dengan tonus vasodilator yang berasal dari endotelium (Kessack *et al.*, 2024).

Pada pengukuran suhu kulit, gangguan pengukuran suhu kulit dapat dihindari dengan blok sensorik dinilai segera setelah akuisisi citra termografi inframerah akhir menggunakan uji dingin. Pengujian dilakukan secara berurutan di lokasi femoralis, obturator, dan LFCN (Yoshimura *et al.*, 2021). Suhu kulit dapat diukur dengan termografi infra-merah, dengan termometer atau hanya dengan merasakan kulit pasien (Ode, Selvaraj and Smith, 2017).

Termometer kulit adalah metode sederhana dan mudah diakses untuk mengukur blokade simpatis di bagian perifer seperti kaki dan jari kaki. Jika ada blokade simpatik pada kaki seperti yang dideteksi oleh peningkatan suhu kulit, maka harus ada setidaknya blokade sensorik di atas segmen tulang belakang L2 pada tingkat vertebra T12. Tidak adanya peningkatan suhu pada kaki setelah injeksi tulang belakang menunjukkan bahwa anestesi lokal tidak disuntikkan secara intratekal atau suntikan anestesi lokal tidak mencapai segmen tulang belakang L2 untuk menyebabkan efek anestesi. Dorsum kaki antara tulang metatarsal pertama dan ketiga adalah bagian kaki yang paling termosensitif (Kessack *et al.*, 2024).

Selain itu dilaporkan bahwa pengukuran suhu kulit bermanfaat dalam menentukan efek pemblokiran pada blok saraf skiatik dan pleksus brakialis (Yoshimura *et al.*, 2021). Pengukuran suhu kulit dapat dilakukan menggunakan probe suhu nonkontak. Suhu kulit diukur pada empat titik berbeda dalam area distribusi saraf radial, ulnaris, median, dan muskulokutaneus. Pengukuran dari sisi yang dibius dan lengan kontralateral dilakukan sebelum prosedur (waktu 0: awal) dan setiap 5 menit selama 30 menit. Suhu inti dipantau dengan termografi timpani inframerah sebelum dimulainya pengukuran suhu. Suhu ruangan dipertahankan pada sekitar 22°C (Minville *et al.*, 2009).

Pengukuran suhu kulit dengan termometer inframerah merupakan prediktor awal keberhasilan atau kegagalan blok pada gangguan saraf tertentu. Perubahan suhu diamati hanya ketika blok sensorik lengkap pada gangguan saraf tertentu terjadi. Blok sensorik selesai hanya pada menit ke-30, sedangkan perubahan suhu terjadi lebih awal.

Pengukuran suhu kulit dalam praktik klinis menggunakan termometer inframerah selama anestesi regional pada ekstremitas bawah telah dilaporkan. Namun, teknik tersebut memiliki nilai klinis yang terbatas karena perubahan suhu kulit setelah blok femoralis minimal (0,5 °C) dan terjadi kemudian (45 menit). Peningkatan suhu kulit merupakan indikator awal keberhasilan blokade ekstremitas atas yang dapat diukur dengan andal dengan termometer inframerah. Selain itu, termometer inframerah murah dan mudah digunakan tanpa memerlukan periode pembelajaran yang lama. Dengan demikian, teknik ini dapat menjadi alat yang sangat berharga untuk mengevaluasi keberhasilan anestesi regional pada ekstremitas atas dalam praktik klinis, dan juga dapat sangat berguna dalam protokol penelitian (Minville *et al.*, 2009).

2.3.4 Penggunaan Perubahan Suhu Kulit Dalam Menilai Ketinggian Blok

Metode yang didasarkan pada perubahan suhu kulit yang diakibatkan oleh blokade simpatis telah dieksplorasi sebagai indikator keberhasilan blok. Pengukuran suhu kulit dengan sentuhan sederhana mencapai sensitivitas 92%, dengan nilai prediksi positif sebesar 95% (Ode, Selvaraj and Smith, 2017). Selama anestesi regional, blok simpatis menyebabkan vasodilatasi dan peningkatan aliran darah, yang menyebabkan peningkatan suhu kulit lokal (Minville *et al.*, 2009). Penghambatan fisiologis aktivitas vasokonstriktor simpatis kulit dapat menyebabkan peningkatan suhu kulit (Candan and Gungor, 2025).

Penelitian observasional prospektif oleh Kessack *et al.* (2024) dilakukan dengan melibatkan 60 ibu bersalin yang memenuhi syarat yang dijadwalkan untuk kelahiran sesar elektif dengan anestesi spinal menunjukkan bahwa setelah anestesi spinal, peningkatan suhu kulit kedua kaki. Hal ini menunjukkan adanya blokade simpatis. Laju peningkatan suhu maksimum terjadi antara 6 dan 15 menit setelah injeksi intratekal dan mencapai titik puncaknya dari 22 menit setelah injeksi. Dengan demikian, anestesi spinal yang berhasil untuk meningkatkan suhu kulit kaki secara konsisten pada operasi caesar dan dapat diandalkan yang terlihat setelah enam menit dari injeksi intratekal. Perubahan suhu yang diamati memberikan bukti objektif tidak langsung dari blokade simpatis bilateral. Pengukuran suhu kulit kaki dapat berfungsi sebagai indikator objektif tambahan dari keberhasilan anestesi spinal, bersama dengan uji blok motorik tungkai bawah dan tinggi blok sensorik.

Sebanyak 30 pasien berturut-turut yang menjalani operasi tungkai atas di bawah blok infraklavikula, dari akhir injeksi anestesi lokal, suhu kulit diukur di keempat area distribusi saraf utama, dan onset blok sensorik (menggunakan dingin dan tusukan jarum dengan 0 tidak ada sensasi hingga 2 normal) dievaluasi setiap 5 menit selama 30 menit. Blok yang berhasil didefinisikan sebagai tidak adanya sensasi terhadap dingin (usap yang dibasahi alkohol) dan tusukan jarum (jarum) dengan skor "0" dalam waktu 30 menit setelah

injeksi di 4 area distribusi saraf utama (radial, ulnaris, median, dan muskulokutaneus). Pengukuran suhu kulit dilakukan menggunakan probe suhu nonkontak. Hasil menunjukkan bahwa ada peningkatan suhu kulit yang signifikan secara statistik setelah blok saraf dibandingkan dengan area kulit yang sama sebelum prosedur. Perubahan suhu kulit setelah blok femoralis menghasilkan rata-rata $0,5 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$. Penilaian suhu kulit dengan termometer inframerah merupakan indikator awal yang andal dan sederhana untuk mengujur keberhasilan blok saraf (Minville *et al.*, 2009).

Serabut A-delta dan C-terlibat dalam transmisi sensasi dingin dan blokade serabut tersebut dalam anestesi spinal mengikuti pola dermatomal. Tingkat blokade otonom tidak mengikuti pola dermatomal, karena adanya ganglia paravertebral dan interkoneksi. Meskipun serabut A lebih rentan terhadap anestesi lokal daripada serabut B simpatis preganglionik, tingkat blok simpatis biasanya lebih tinggi daripada blok sensorik. Hal ini disebabkan oleh peningkatan sensitivitas serabut B dibandingkan dengan serabut A-delta dan C.

Blokade simpatis dapat menyebabkan perubahan kardiovaskular dan vasomotor yang menyebabkan perubahan suhu kulit. Sebagian besar penelitian telah dilakukan dengan mengukur blokade simpatis pada tungkai bawah dengan lebih sedikit penelitian pada suhu batang tubuh. Kulit batang tubuh memiliki lebih sedikit pirau arteri-vena. Peningkatan aliran darah kulit, mungkin dipengaruhi oleh suhu inti dan kulit.

Dalam penelitian kami, waktu yang dibutuhkan untuk perubahan suhu kulit secara signifikan lebih lama daripada yang dibutuhkan untuk memblokir sensasi dingin, dengan variasi yang besar. Vasodilatasi pembuluh darah kaki dapat menyebabkan penurunan suhu kulit lengan karena vasokonstriksi pada ekstremitas atas. Persarafan simpatis refleks pada aliran darah kulit dimediasi oleh sistem vasokonstriktor noradrenergik simpatis yang aktif secara tonik, dan sistem vasodilator aktif non-noradrenergik, tanpa tonus istirahat. Vasokonstriksi disebabkan oleh pelepasan norepinefrin dan kotransmitter. Vasodilatasi kulit aktif terjadi melalui kotransmisi saraf kolinergik (Sree Kumar *et al.*, 2022)

2.4 Cold Test

Penyuntikan anestesi lokal ke dalam ruang epidural memberikan sensasi dingin di bagian belakang, dan disebut sebagai *cold test* (Prabhu, 2022). Penilaian blok simpatis dengan *cold test* lebih baik karena memiliki hubungan yang lebih erat dengan hipotensi (Kollipara, Kodali and Parameswari, 2021). *Cold test* berkaitan dengan fungsi aferen. Hilangnya sensasi terhadap dingin terjadi sebelum tusukan jarum, dan keduanya terjadi sebelum sentuhan, masing-masing tahap berkorelasi dengan penghambatan serat C, Ad dan Ab. Dengan demikian, persepsi suhu hilang sebelum tusukan jarum, umumnya pada tingkat yang lebih tinggi dan biasanya dinilai dengan penerapan dingin menggunakan

alkohol, etil klorida, kantong gel dingin, es atau termoda pendingin (Munro and Uppal, 2024).

Pada *cold test* dapat dilakukan dengan es dioleskan di atas klavikula pasien dan kemudian dioleskan ke dermatom L1. Jika pasien mengatakan dia tidak bisa merasakan apa-apa, dia diminta untuk mengatakan kapan dia pertama kali merasakan sentuhan saat es dipindahkan ke sefalad di garis tengah klavikula. Ketika dia bisa merasakan sentuhan, dia diminta untuk melaporkan kapan terasa dingin. Begitu dia bisa merasa dingin, dia diminta untuk melaporkan kapan terasa dingin seperti es. Setelah pasien menyatakan bahwa mereka dapat merasakan dingin, pasien kemudian diminta untuk melaporkan kapan terasa sedingin es tanpa mengubah dari titik referensi (Ousley *et al.*, 2014).

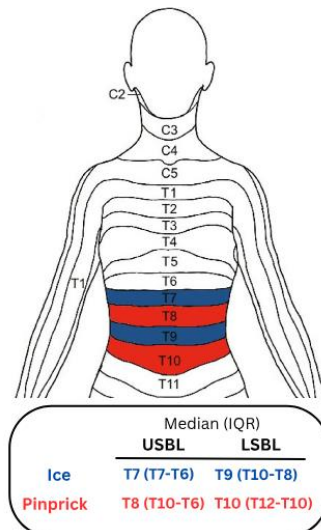
Pada *cold test*, pasien dinilai untuk sensasi dingin di dermatom toraks hingga sakral secara bilateral untuk menentukan area tubuh mana yang dibius. Namun, jenis pengujian blok sensorik ini subjektif, memakan waktu, tergantung pada kerja sama pasien dan dapat dikaitkan dengan hasil positif palsu dan negatif palsu. Gambar termografik adalah matriks suhu dengan kode warna standar (misalnya besi atau pelangi), yang mewakili suhu permukaan kulit atau jaringan yang dicitrakan. Tes sensasi dingin merupakan bagian dari praktik standar dan dilakukan langsung setelah pengukuran termografik pada $t = 15$. Es batu digunakan untuk melakukan tes sensasi dingin. Respons pasien diklasifikasikan sebagai sensasi dingin atau tidak ada sensasi dingin. Tes sensasi dingin dinilai positif ketika tidak ada persepsi dingin pada dermatom yang tersumbat, dan negatif ketika ada persepsi dingin. Kami melakukan analisis ROC untuk menghitung nilai prediktif positif dan negatif untuk termografi sebagai penilaian keberhasilan anestesi epidural. Metode perbandingannya adalah uji sensasi dingin, yang subjektif, memakan waktu, tergantung pada kerja sama pasien dan dapat dikaitkan dengan hasil positif palsu dan negatif palsu. Sehubungan dengan pendeteksian pasien dengan blok yang berhasil, termografi setara dengan uji sensasi dingin. Namun, uji sensasi dingin lebih unggul dalam pendeteksian pasien dengan anestesi epidural suboptimal.

Termografi tidak dapat menggantikan uji sensasi dingin untuk penilaian keberhasilan anestesi epidural. Sedangkan Minville *et al.* yang menunjukkan bahwa termometer inframerah adalah indikator awal yang andal untuk mendeteksi blok pleksus branchial infraklavikula yang berhasil. Peningkatan suhu kulit yang terkait dengan blok lokal dan tidak adanya analisis ROC. Pada titik waktu ini, pasien dengan blok yang berhasil menunjukkan penurunan suhu kulit yang terus-menerus, sedangkan suhu kulit pada pasien dengan blok yang tidak berhasil kembali ke nilai dasar. Hal ini sesuai dengan waktu mulai levobupivacain yang diketahui, yaitu sekitar 15 menit (Bruins *et al.*, 2018).

Tingkat blok sensorik yang berbeda untuk *cold test* dan pimprick dapat mencerminkan kepadatan blok sensorik yang berbeda. Pilihan dan konsentrasi anestesi,

tempat suntikan, dosis yang diberikan, dan sensitivitas saraf pasien individu juga dapat menjelaskan perbedaan dalam derajat dan luas blokade diferensial antara penelitian. Misalnya, penambahan epinefrin ke anestesi lokal, posisi pasien, pemberian obat penenang sistemik, modalitas pengujian, dan intensitas stimulus dapat mengubah tingkat blok sensorik yang dirasakan. Swap alkohol untuk menguji sensasi dingin dapat diartikan sebagai sentuhan oleh beberapa pasien. Penggunaan semprotan etil klorida untuk pengujian sensorik dingin karena distribusi bimodal yang diamati dari tingkat dermatom. Serat A-delta bermielin menghantarkan sensasi dingin, tetapi nosiseptor polimodal C memediasi rangsangan suhu aliran nyeri. Kantong es yang digunakan untuk pengujian blok sensorik merupakan keterbatasan penelitian, karena berpotensi melewati beberapa dermatom (Munro and Uppal, 2024).

Median tingkat blok sensorik atas T7 [T7–T6] dan median tingkat blok sensorik bawah T9 [T10–T8] terhadap es. Tingkat blok sensorik atas dan tingkat blok sensorik bawah dengan es biasanya satu segmen lebih tinggi daripada pinprick dan sangat berkorelasi, tetapi tidak ada korelasi signifikan secara statistik antara tingkat blok sensor dengan sentuhan ringan dan es atau pinprick. Tingkat blok sensor yang berbeda untuk es dan pinprick dapat mencerminkan kepadatan blok sensorik yang berbeda (Munro and Uppal, 2024).



Gambar 1. Hubungan antara tingkat blok sensorik bawah dan atas terhadap sentuhan dingin, pinprick, dan sentuhan ringan

IQR = interquartile range; LSBL = lower sensory block level; USBL = upper sensory block level. Sumber: (Munro and Uppal, 2024)

2.5 Pinprick Test

Pinprick test merupakan uji kasar untuk memeriksa kemampuan merasakan tusukan jarum dan menentukan perbedaan antara sensasi tajam dan tumpul. Pemeriksaan tusuk jarum dilakukan dengan menggunakan tusuk gigi sekali pakai yang disterilkan di atas permukaan telapak kaki pasien dengan memberikan rangsangan pada jari kaki pertama, ketiga, dan kelima distal masing-masing kaki untuk mendeteksi sensasi nyeri kulit dan untuk membedakan perasaan tersebut dari rangsangan tekanan. Pasien tidak mematuhi prosedur pengujian. Pemeriksaan tersebut mencakup penggunaan gabungan benda tajam dengan benda tumpul, dan pasien diinstruksikan untuk menyebutkan setiap kali mereka merasakan sensasi tajam atau tumpul. Ketidakmampuan untuk membedakan sensasi tajam atau tumpul dianggap tidak normal. Kurangnya sensasi tusuk jarum dikaitkan dengan peningkatan risiko ulserasi (Ademola-Ojo, 2021). Prinsip pemeriksaan pinprick test yaitu jarum berongga lurus 20-24G digunakan, pada sudut penyisipan mendekati 90 derajat, ke bagian yang lebih distal dari dayung kulit pedikel anastomosis, pada kulit yang sebelumnya tidak tertusuk jarum atau memar (Pafitanis and Chen, 2019).

Penilaian tingkat sensorik blok spinal merupakan bagian integral dalam memastikan analgesia dan relaksasi otot, sehingga menjadi bidang yang optimal untuk pembedahan. Dari serat yang membawa rangsangan sensorik, C- dan A δ yang membawa sensasi dingin dan pinprick lebih sering digunakan untuk menguji tingkat blokade sensorik dibandingkan dengan A β yang mewakili rangsangan mekanis seperti sentuhan dan tekanan. Pinprick, menggunakan jarum yang tidak menusuk kulit, merupakan modalitas penilaian yang disukai, karena keandalan pengujian, kemampuan untuk mereplikasi hasil, dan mengurangi varians antar-pengamat, tusukan jarum. Namun, kerugian tusukan jarum tetap berupa rasa sakit bagi pasien, kulit pecah akibat upaya yang terlalu bersemangat oleh pemula, dan yang paling ditakuti, cedera tusukan jarum yang tidak disengaja pada dokter yang melakukan. Dalam upaya untuk membuat pengujian lebih aman dan mudah bagi ahli anestesi. Ujung plastik set, yang digunakan untuk menusuk kantong cairan intravena, dipotong dan digunakan untuk menilai tingkat blokade sensorik. Hal ini memiliki keuntungan yang jelas karena tidak merusak kulit bahkan di tangan operator yang paling tidak berpengalaman dan dengan demikian menghilangkan risiko cedera tusukan jarum yang berpotensi digunakan untuk menguji sentuhan ringan dan tekanan sesuai keinginan. Meskipun alat yang murah ini tidak merusak kulit dan karenanya dapat digunakan kembali setelah sterilisasi dengan klorheksidin dan alkohol, kami sarankan agar diganti setelah digunakan pada 5–10 pasien, untuk memastikan ujungnya runcing, sehingga memberikan hasil yang dapat diandalkan (Gangakhedkar and Palani, 2021).

2.6 Hubungan Perubahan Suhu Kulit, Cold Test dan Pinprick Test

Penelitian Ousley *et al.* (2012) meneliti tinggi blok yang dianggap cukup untuk melakukan operasi caesar dengan anestesi spinal. Median tinggi blok untuk sentuhan T10 (T7–T12), pinprick T5 (T4–T6), dan cold test T5 (T4–T6). Ada korelasi tes sentuhan dan cold test. Ada korelasi antara cold test dan pinprick. Semua perempuan mendapatkan anestesi yang memuaskan meskipun 81% perempuan mengalami blok sentuhan di bawah T6. Galvin *et al.* (2006) meneliti pada pasien setelah blokade pleksus brakialis aksila, menguji pengukuran suhu termografi dengan kamera inframerah dan membandingkan penilaian tersebut dengan respons terhadap dingin dan tusukan jarum. Hasil menunjukkan bahwa sensitivitas, spesifisitas, dan nilai prediktif positif dan negatif yang lebih tinggi untuk termografi daripada *cold test* dan pinprick pada semua interval waktu.

Pada penelitian Yektas (2013) menyatakan bahwa stimulan pinprick sering digunakan untuk menentukan tingkat dermatomal blok sensorik selama anestesi spinal. Namun, metode pinprick merupakan teknik invasif dan menyakitkan. Penelitian pada pasien pria yang menjalani operasi perbaikan hernia inguinalis diperoleh hasil bahwa tingkat dermatomal kehilangan sensorik pada uji pinprick pada menit ke-5 dan ke-20 berbeda secara signifikan dan tingkat uji kehilangan sensorik dingin secara signifikan lebih rendah. Cold test dapat menjadi alternatif untuk uji pinprick dalam penilaian tingkat blok selama anestesi spinal. Namun, uji cold test menunjukkan blok segmental yang lebih rendah dibandingkan dengan pinprick test pada individu yang sama.

Penelitian lain menilai tingkat blok sensorik dari 102 wanita yang menjalani operasi caesar dengan anestesi spinal dinilai dengan empat metode berbeda: tusukan jarum tajam (tusukan jarum uji Neurotip), dingin (semprotan etil klorida), sentuhan (tusukan jarum uji Neurotip), sentuhan (semprotan etil klorida). Sementara data menunjukkan perbedaan median sekitar 2 segmen antara tingkat blok yang dinilai dengan tusukan jarum tajam atau dingin, dan sentuhan, tidak ada hubungan konstan antara tingkat blok ini dalam kelompok maupun dalam pasien individu: perbedaan bervariasi dan terkadang sangat besar dalam tingkat blok yang dinilai di antara modalitas ini ada: hingga 10 segmen (tusukan jarum - sentuhan); 11 segmen (dingin - sentuhan). Untuk setiap individu, tidak mungkin untuk memprediksi tingkat blok terhadap sentuhan dari tingkat blok yang diketahui terhadap tusukan jarum tajam atau dingin. Untuk memfasilitasi perbandingan hasil di seluruh studi mendatang, disarankan agar tingkat blok terhadap sensasi sentuhan harus selalu dilaporkan. Hasilnya menunjukkan bahwa, untuk tujuan klinis, tidak ada perbedaan dalam hasil apakah sensasi sentuhan Neurotip atau semprotan etil klorida digunakan. Bila menggunakan diamorfin 100 $\mu\text{g/mL}$ yang dicampur dengan bupivakain 0,5% b/v dalam dekstrosa 8%, tidak ada pasien yang merasakan nyeri atau ketidaknyamanan asalkan blok

terhadap sensasi sentuhan Neurotip atau etil klorida termasuk T6 atau lebih tinggi (Russell, 2004).

