

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Spinal Anestesi

1. Definisi

Sejak tahun 1960, telah dilakukan pengembangan penelitian untuk meningkatkan keamanan penggunaan anestesi spinal (Hidayat, dkk., 2018). Anestesi spinal (intratekal) adalah tindakan anestesi yang dilakukan dengan cara menyuntikan obat anestesi lokal ke cairan *serebrospinal* (CSF), untuk menghentikan transmisi saraf motorik, sensorik, dan otonom di tingkat *medulla spinalis* yang bersifat *reversible*. Obat anestesi lokal disuntikkan dengan jarum spinal khusus pada bagian lumbal. Penyuntikan obat anestesi lokal biasanya digunakan satu kali sehingga membatasi durasi dari teknik ini. Keuntungan dari teknik anestesi spinal yaitu kontrol nyeri, masa pemulihan post operasi lebih cepat, meminimalisir penggunaan obat – obatan anestesi, pengaruh sistemik yang minimal, analgesi adekuat, mengurangi penggunaan ruang perawatan intensif, pasien tetap dalam keadaan sadar sehingga masa pulih lebih cepat dan dapat dimobilisasi lebih cepat dan kemampuan mencegah respon stress secara lebih sempurna (Syauqi, dkk., 2019; Mashitoh, dkk., 2018).

2. Fase anestesi

Menurut KMK Nomor HK.01.07/MENKES/1541/2022 tentang pedoman nasional pelayanan kedokteran anestesiologi dan terapi intensif, meliputi:

a. Pre anestesi

- 1) Evaluasi pra anestesi dengan pemeriksaan ulang pasien sebelum dilakukan induksi, pemeriksaan ini meliputi:
 - a) Anamnesis, pemeriksaan fisik, cross check dan lakukan double check RM pasien.
 - b) Jika kondisi pasien tidak memungkinkan untuk dilakukan induksi, maka dokter anestesi dapat menunda atau menolak

tindakan anestesi berdasarkan hasil evaluasi pra anestesi.

- c) Menentukan status fisik pasien *ASA/Physical State*.
- d) Evaluasi jalan napas, pernapasan, sirkulasi, kesadaran, serta area yang direncanakan regional anestesi.
- e) *Informed consent*: menjelaskan rencana tindakan anestesi, komplikasi anestesi dan resiko anestesi, konfirmasi ulang identitas sebelum dilakukan induksi, dengan cara memperoleh izin tertulis dari pasien dan atau keluarga pasien.
- f) Puasa.

Tabel 2.1 Puasa pre anestesi

Umur	Jam			
	Padat	Clear liquids	Susu	ASI
Neonatus	4	2	4	
< 6 bln	4	2	6	4
6-36 bln	6	3	6	4
>36 bln	6	2	6	-
Dewasa	6-8	2	-	-

Sumber: HK.01.07/MENKES/1541/2022

- 2) Medikasi pra anestesi
 - a) Medikasi dengan obat golongan sedatif-tranquilizer, analgetik opioid, anti emetik, H-2 antagonis.
 - b) Obat-obat penyakit co-morbid boleh diberikan sebelum jadwal puasa yang harus dilakukan.
 - c) Jalur pemberian melalui oral, IV, IM, rektal, intranasal.
- 3) Rencana pengelolaan pasca bedah
 - a) Berikan informasi pasca pembedahan dengan menjelaskan teknik dan obat yang digunakan untuk penanggulangan nyeri pasca bedah
 - b) Berikan informasi rencana perawatan pasca bedah (ruang rawat biasa atau ruang perawatan khusus).
 - c) Dokumentsikan hasil evaluasi pra anestesia secara lengkap di rekam medik pasien.
- 4) Persiapan Alat, Mesin dan Obat

- a) Obat anestesi dan *emergency*
- b) Alat anestesi: stetoskop, instrument airway lengkap dengan sungkup, flashlight, suction.
- c) Mesin anestesi dan gas anestesi.
- d) Alat pemantauan fungsi vital.
- e) Dokumen pemantauan selama operasi.

5) Prosedur Tindakan

- a) Pemasangan jalur *intravena*
- b) Pemasangan alat monitoring
- c) Lakukan pre medikasi
- d) Penatalaksanaan tehnik anestesi spinal regional
- e) Test fungsi keberhasilan anestesi
- f) Bila dalam test fungsi keberhasilan dari anestesi regional mengalami kegagalan atau tidak sempurna, maka dimungkinkan berubah tehnik pilihan anestesi ke anestesi umum atau suplemen obat lain yang dapat menambah potensi regional anestesi.
- g) Posisikan pasien sesuai prosedur pembedahan

b. Intra anestesi

Monitoring intra anestesi usaha untuk memperhatikan, mengawasi dan memeriksa pasien dalam anestesi untuk mengetahui keadaan dan reaksi fisiologis pasien terhadap tindakan anestesi dan pembedahan, dilakukan dengan panca indera petugas yaitu meraba, melihat atau mendengar dan yang lebih penting serta obyektif dengan alat. Deteksi dini adanya permasalahan, perkiraan kemungkinan terjadinya kegawatan, dan evaluasi hasil suatu tindakan, termasuk efektivitas dan adanya efek tambahan. Prosedur Tindakan intra anestesi:

- 1) Rumatan anestesi regional bila digunakan continueus sesuai kebutuhan memakai cateter
- 2) Pemantauan intra anestesia didokumentasikan dalam rekam medik pasien.

c. Post anestesi

- 1) Pengakhiran anestesi regional anestesi adalah sesuai dengan onset dari bekerjanya obat anestesi lokal yang di gunakan.
- 2) Pemindahan pasien dari kamar operasi ke ruang pemulihan dilakukan bila operasi telah selesai semua kondisi ventilasioksigenasi adekuat dan hemodinamik stabil.
- 3) Observasi evaluasi tanda vital pasien di kamar pemulihan
- 4) Lakukan pemantauan secara periodik fungsi sensoris dan motoris
- 5) Skala bromage < 2 pasien dapat dipindahkan ke ruang perawatan.
- 6) Pasien dapat dipindahkan ke ruang perawatan apabila fungsi sensoris dan motoris sudah pulih kembali normal.
- 7) PADSS Score = 10 sebagai indikator pemulangan pasien bedah rawat jalan
- 8) Pemantauan pasca anestesia dicatat/didokumentasikan dalam rekam medik pasien.
- 9) Komplikasi yang terjadi pasca anestesi atasi segera

3. Indikasi

Indikasi Anestesi spinal digunakan pada pembedahan daerah umbilicus kebawah di daerah lumbar, di bawah level L1/2, di mana sumsum tulang belakang berakhir. Anestesi spinal tidak banyak digunakan untuk prosedur perut bagian atas karena kebutuhan akan blok yang sangat tinggi yang dapat meningkatkan risiko komplikasi kardiovaskular dan pernapasan (T. Y. Euliano *and* J. S. Gravenstein, 2024).

Tingkat anestesi spinal diperlukan untuk prosedur bedah regional (Valovski and Valovska, 2021):

- a. T4–5 (puting) : Operasi perut bagian atas, seksio sesarea
- b. T6–8 (xiphoid) : Operasi perut bagian bawah, apendektomi, operasi ginekologi, operasi ureter
- c. T10 (umbilicus) : TURP, vagina persalinan
- d. L1 (ligamentum inguinalis) : Operasi paha, operasi ekstremitas bawah
- e. L2–3 (lutut dan di bawah) : Operasi kaki

f. S2–5 (perineum) : Operasi perineum, hemorrhoidectomy

4. Kontraindikasi

Kontraindikasi anestesi spinal bersifat absolut, relative dan kontroversial. Adanya infeksi aktif di tempat penyisipan jarum dapat mempengaruhi penyebaran infeksi ke dalam ruang epidural dan subarachnoid. Anestesi spinal, terutama pada level toraks yang lebih tinggi, akan memblokir beberapa serabut saraf simpatis preganglionik, dan jika pasien hipovolemik, hal ini dapat menyebabkan hipotensi yang parah; karena itu, koreksi hipovolemia pra operasi disarankan. Perhatian utama tentang antikoagulasi penuh adalah perkembangan perdarahan tulang belakang yang menyebabkan pembentukan hematoma (Valovski and Valovska, 2021; Morgan, 2023).

Adapun kontraindikasi dari spinal anestesi dapat dibagi menjadi 3 kategori dalam (Morgan, 2023) yaitu:

a. Absolut

- 1) Infeksi di tempat suntikan
- 2) Penolakan pasien
- 3) Koagulopati atau diatesis perdarahan lainnya
- 4) Hipovolemia berat
- 5) Peningkatan tekanan intrakranial
- 6) Stenosis aorta parah
- 7) Stenosis mitral yang parah

b. Relatif

- 1) Sepsis
- 2) Pasien tidak kooperatif
- 3) Defisit neurologis yang sudah ada sebelumnya
- 4) Lesi demielinasi
- 5) Lesi jantung katup stenotik
- 6) Obstruksi aliran keluar ventrikel kiri (hipertrofik
- 7) kardiomiopati obstruktif)
- 8) Deformitas tulang belakang yang parah

c. Kontroversial

- 1) Sebelum operasi punggung di tempat suntikan
- 2) Operasi yang rumit
- 3) Operasi yang lama
- 4) Kehilangan banyak darah
- 5) Manuver yang mengganggu pernapasan

5. Gangguan akibat spinal anastesi

Injeksi anastesi lokal ke dalam ruang *subarachnoid* menghasilkan banyak respon fisiologis sistem organ utama yang bergantung pada kondisi medis pasien, ketinggian blok, dan obat serta dosis yang digunakan (Valovski and Valovska, 2021; Fischer, 2022). Sistem organ utama yang terpengaruh yaitu:

a. Blokade saraf

Serabut C berdiameter kecil (melakukan impuls nyeri) terletak lebih luas di akar saraf tulang belakang dan pinggiran sumsum tulang belakang; dengan demikian, mereka lebih mudah dijangkau oleh anastesi lokal. Serabut simpatis paling sensitif dan dapat tersumbat dua hingga enam segmen lebih tinggi dari serabut sensorik, yang pada gilirannya dapat terblokir beberapa segmen lebih tinggi dari blok motorik terkait.

b. Respon kardiovaskular

Aliran simpatis dari sumsum tulang belakang berasal dari T1 ke L2, sedangkan aliran keluar parasimpatis terutama berasal dari kraniosakral. Serat simpatis dari T1–T4 (serat cardioaccelerator) meningkatkan denyut jantung. Memblokir serat ini menyebabkan denervasi simpatis jantung dan penurunan denyut jantung, serta penurunan kontraktilitas jantung dan curah jantung. Efek sistemik dari anastesi spinal termasuk dilatasi arteri dan pembuluh kapilitansi vena, yang menyebabkan penurunan resistensi vaskular sistemik; penurunan aliran balik vena; penurunan curah jantung; dan akhirnya, hipotensi. Blokade tulang belakang pada tingkat yang lebih rendah menghasilkan

lebih sedikit perubahan hemodinamik dan lebih baik ditoleransi oleh pasien hipovolemik, pasien lanjut usia, atau mereka yang menderita penyakit jantung. Di atas level blok biasanya terdapat vasokonstriksi kompensasi, tetapi ini tidak cukup untuk mencegah penurunan tekanan arteri secara signifikan jika bloknnya luas.

c. Respon pernafasan

Pada pasien yang sehat, anestesi spinal tidak memiliki efek yang besar pada ventilasi, bahkan dengan blok spinal yang tinggi, karena anestesi spinal tidak mengubah respon ventilasi terhadap karbondioksida. Anestesi spinal dapat menyebabkan kelumpuhan otot interkostal dan perut yang dapat menyebabkan terganggunya ekspirasi aktif, penurunan kapasitas vital dan volume cadangan ekspirasi. Pasien mungkin mengeluhkan sesak dan mungkin kehilangan kemampuan untuk batuk secara efektif. Tingkat blockade tulang belakang yang tinggi mungkin bukan pilihan yang baik untuk pasien dengan penyakit paru yang parah.

d. Respon gastrointestinal

Blok simpatis memungkinkan aktivitas parasimpatis vagal mendominasi. Pada saat pengosongan lambung, gerak peristaltic usus tetap berlanjut, sfingter mengendur dan usus umumnya berkontraksi sehingga menyebabkan mual dan muntah pada sejumlah besar pasien akibat aktivitas vagal yang tidak dilawan. Selain itu, anestesi spinal dapat menyebabkan penurunan aliran darah hati yang sebanding dengan penurunan tekanan darah arteri rata-rata.

1) Respon ginjal

Anestesi spinal cenderung menurunkan aliran darah ginjal akibat hipotensi arteri. Namun, ginjal melakukan autoregulasi untuk menjaga aliran darah ginjal.

2) Respon neuroendokrin

Respon tubuh terhadap trauma bedah termasuk produksi lokal mediator inflamasi dan aktivasi serabut saraf aferen somatik dan viseral. Anestesi spinal menekan bagian dari respon neuroendokrin

ini ke tingkat yang lebih tinggi daripada anestesi umum.

3) Termoregulasi

Pada tindakan anestesi spinal terjadi blok pada sistem simpatis sehingga terjadi vasodilatasi yang mengakibatkan perpindahan panas dari kompartemen sentral ke perifer, hal ini yang akan menyebabkan hipotermia (Fauzi, dkk., 2025). Anestesi spinal menghambat termoregulasi normal. Obat anestesi dapat mendepresi pusat pengatur suhu (SSP) sehingga mudah dipengaruhi oleh suhu lingkungan dan tehnik anestesi. Monitoring suhu jarang dilakukan, kecuali pada bayi/anak-anak, pasien demam, dan tehnik anestesi dengan hipothermi buatan. Pemantauan suhu tubuh terutama suhu pusat, dan usaha untuk mengurangi penurunan suhu dengan cara mengatur suhu ruang operasi, meletakkan bantal pemanas, menghangatkan cairan intra vena yang akan diberikan, (37°C) menghangatkan dan melembabkan gas-gas anestetika.

2.2 Termoregulasi

1. Definisi

Sistem termoregulasi mengoordinasikan pertahanan terhadap dingin dan panas untuk menjaga suhu tubuh internal dalam kisaran 36,5 - 37,5°C, sehingga mengoptimalkan fungsi fisiologis dan metabolisme normal. Kombinasi gangguan termoregulasi akibat anestesi dan paparan lingkungan dingin membuat sebagian besar pasien operasi mengalami hipotermia. Salah satu konsekuensi dari hipotermia perioperative yang sering terjadi dan masih kurang dipahami adalah *shivering* (yaitu, 40-60% setelah anestesi volatil). Sementara *shivering* termoregulasi akibat dingin tetap menjadi etiologi yang jelas, fenomena ini juga telah dikaitkan dengan banyak penyebab lain. (De Witte, J., & Sessler, D. I., 2022).

Threshold untuk berkeringat dan vasodilatasi meningkat sekitar 1°C dan pada spinal anestesi threshold untuk vasokonstriksi dan *shivering* berkurang sebesar 3°C. Anestesi menghambat termoregulasi sebesar *dose dependent*,

menghambat vasokonstriksi dan *shivering* sebesar 3 kali lipat serta menghambat berkeringat. Penghambatan perifer pada pertahanan termoregulatori ini merupakan penyebab utama hipotermia selama anestesi spinal regional. Sistem regulasi salah mengartikan suhu kulit di area yang diblokir sebagai peningkatan yang tidak normal. Peningkatan yang tampak (berlawanan dengan aktual) pada suhu kulit tungkai ini menipu sistem regulasi untuk mentolerir suhu inti yang lebih rendah dari normal sebelum memicu pertahanan dingin (Buggy, 2020; Lopez, 2018).

2. Jaringan saraf pengontrol termoregulasi

Sistem pengaturan suhu dibagi menjadi tiga komponen yaitu Termosensor dan jalur saraf aferen, integrasi input termal, dan Jalur saraf efektor pada sistem saraf otonom. Namun anestesia regional hanya mempengaruhi komponen aferent dan eferent (De Witte, J., & Sessler, D. I., 2022; Buggy, 2020; Luginbuehl, Bissonnette, & Davis, 2021):

a. *Afferent thermal sensing*

Input termal aferen dapat berasal dari saraf sentral (pembuluh darah besar, organ dalam, dinding perut, otak dan sumsum tulang belakang) dan perifer. Reflex termoregulasi merupakan hasil kontribusi dari Reseptor spesifik terhadap sensasi termal. Setiap jenis reseptor mentransmisikan informasinya melalui jalur konduksi saraf aferen. Secara anatomis informasi berasal dari serabut saraf yang berbeda. Namun kecepatan transmisi dipengaruhi oleh intensitas stimulus daripada jenis serat saraf (Luginbuehl, Bissonnette, & Davis, 2021).

Reseptor dingin mengeluarkan impuls pada suhu 25-30°C yang berjalan pada serabut saraf tipe A-delta sedangkan reseptor panas mengeluarkan impuls pada suhu 45-50°C dan berjalan pada serabut saraf tipe C (Buggy, 2020). Termoregulasi terhadap dingin dipengaruhi oleh reseptor dingin pada kulit dan dihambat oleh pusat reseptor panas. Kulit mengandung lebih banyak reseptor dingin daripada reseptor hangat sehingga kulit memiliki fungsi penting untuk mendeteksi dingin. Proses di pusat termoregulasi akan aktif bila temperatur inti

tubuh di bawah titik ambang batas *set-point* dan kurang sensitif terhadap termoreseptor perifer.

b. *Central regulation*

Mekanisme informasi termal aferen integrasi informasi dari *Hypothalamus anterior*, sedangkan *hipotalamus posterior* mengontrol jalur turun ke efektor. *Hipotalamus posterior* menerima rangsang aferen dingin yang berasal dari perifer dengan stimulasi panas yang bersumber dari area preoptik hipotalamus dan mengaktifkan respon efektor. Deteksi dingin dibedakan dengan panas berdasarkan impuls aferen yang berasal dari reseptor dingin. Bila temperatur tubuh turun $0,5^{\circ}\text{C}$ dibawah nilai normal, neuron preoptik akan menjadi tidak aktif. Kulit mengandung reseptor dingin dan panas, dimana reseptor dingin 10 kali lebih banyak bila dibandingkan dengan reseptor panas (Buggy, 2020; Kurz, 2018).

System saraf otonom bertugas mengatur fungsi viseral tubuh yang diaktifkan oleh pusat-pusat yang terletak di medula spinalis, batang otak, dan hipotalamus. Saraf ini membantu mengatur tekanan arteri, motilitas dan sekresi gastro-intestinal pengosongan kandung kemih, berkeringat suhu tubuh dan aktivitas lainnya (Cahyono, dkk., 2019). Temperatur *set-point* atau disebut juga *thermoneutral* atau *interthreshold range* sebagai batas ambang temperatur sekitar $36,7^{\circ}\text{C}$ sampai $37,1^{\circ}\text{C}$. Pada manusia *set-point* ini bervariasi, selama tidur suhu tubuh sekitar $36,2^{\circ}\text{C}$ sampai menjelang pagi, meningkat lebih dari 1°C menjelang malam (Buggy, 2020; Kurz, 2018).

c. *Efferent response*

Suhu ambang adalah suhu sentral yang memunculkan efek pengaturan normotermia misalnya vasokonstriksi, vasodilatasi, *shivering*, berkeringat atau termogenesis *nonshivering*. Suhu ambang menentukan suhu pusat dimana efektor mengatur tertentu untuk diaktifkan. Ketika masukan terintegrasi dari semua sumber menandakan bahwa rentang antar ambang terlampaui di kedua sisi, respon eferen dimulai dari

hipotalamus untuk mempertahankan suhu tubuh. Dalam Buggy, (2020) menyatakan bahwa respon termoregulasi ditandai dengan:

- 1) Perubahan tingkah laku yang secara kuantitatif
- 2) Respon vasomotor yang ditandai dengan vasokonstriksi pembuluh darah dan piloereksi sebagai respon terhadap dingin, dan vasodilatasi dan berkeringat sebagai respon terhadap panas
- 3) *Shivering* dan peningkatan rata-rata metabolisme.

Bila hipotalamik termostat mengindikasikan adanya temperatur tubuh terlalu dingin, impuls dapat sampai ke korteks serebri tanpa melalui hipotalamus untuk menghasilkan sensasi rasa dingin. Keadaan ini menimbulkan perubahan tingkah laku seperti peningkatan aktivitas motorik. Kontrol respon tingkah laku terhadap dingin didasari oleh besarnya sinyal panas yang diterima kulit (Buggy, 2020; Kurz, 2018). Vasokonstriksi kulit merupakan respon efektor yang paling efektif untuk mengurangi kehilangan panas dari konveksi dan radiasi permukaan kulit. (Kurz, 2018).

Kondisi termal yang stabil dipertahankan secara aktif oleh hipotalamus yang merespon perubahan termal yaitu suhu yang melebihi rentang antar ambang kedua sisi. Dengan demikian penyimpangan termal dari suhu ambang memulai respon eferen yang meningkatkan produksi panas metabolik (termogenesis *shivering* atau *non shivering*) dan menurunkan kehilangan panas lingkungan (vasokonstriksi aktif dan perubahan perilaku) atau peningkatan kehilangan panas (vasodilatasi aktif, berkeringat, dan manuver perilaku).

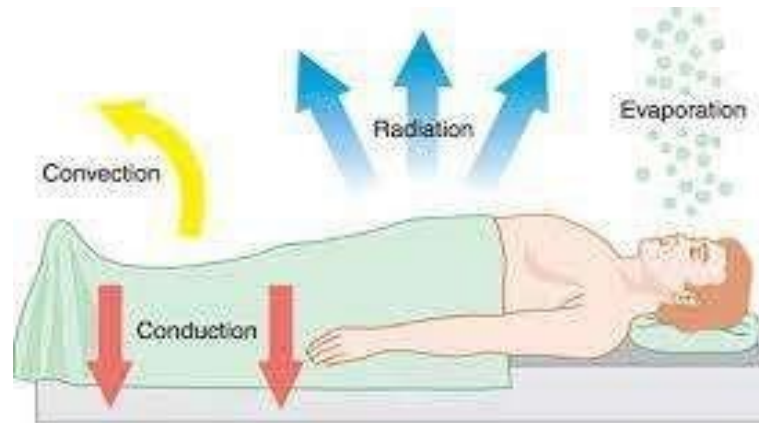
3. Mekanisme kehilangan panas

Organisme homeotermik memiliki kemampuan untuk menghasilkan dan menghilangkan panas. Kehilangan panas yang terkendali diatur oleh hukum fisik: konduksi, radiasi, konveksi dan evaporasi. Hukum kedua termodinamika menyatakan bahwa panas dapat ditransfer dari benda yang lebih hangat ke benda yang lebih dingin namun sebaliknya benda yang

lebih dingin ke benda yang lebih hangat. Tahap pertama kehilangan panas selama anestesi terjadi dengan perpindahan panas dari inti tubuh ke pinggiran dan permukaan kulit yang disebut konsep redistribusi panas internal. Tahap kedua panas dihamburkan dari permukaan kulit ke lingkungan (Luginbuehl, Bissonnette, & Davis, 2021).

- a. Konduksi menggambarkan perpindahan panas antara dua permukaan dengan cara kontak langsung. Panas yang relatif sedikit akan hilang ke lingkungan. Hilangnya panas yang disebabkan oleh pemanasan cairan intravena yang dingin dan larutan irigasi yang berpotensi menurunkan suhu tubuh dengan cepat. Hal yang harus dihindari agar pasien tetap hangat dengan cara menjauhkan pasien agar tidak bersentuhan langsung dengan logam.
- b. Radiasi menggambarkan perpindahan panas antara dua objek dengan suhu berbeda yang tidak bersentuhan satu sama lain. Kehilangan panas radiasi di ruang operasi merupakan fungsi dari perbedaan suhu antara tubuh pasien dengan ruangan (lantai, dinding dan langit-langit) dan semua benda didalamnya. Pasien dapat diberikan kain tipis menutupi tubuh agar mengurangi kehilangan panas melalui konveksi dan radiasi.
- c. Konveksi menggambarkan perpindahan panas ke molekul yang bergerak seperti udara dan angin. Lapisan udara yang tipis yang bersentuhan langsung dengan kulit dihangatkan melalui konduksi dari tubuh dimana panas kemudian hilang melalui konveksi. Kehilangan panas konveksi meningkat sebanding dengan perbedaan suhu antar permukaan tubuh dan gas atau cairan yang bersentuhan dengan pasien.
- d. Evaporasi menggambarkan kehilangan panas melalui kulit dan sistem pernafasan. Faktor yang mengatur kehilangan panas evaporasi diantaranya kelembaban udara, kecepatan aliran udara dan ventilasi menit paru. Kehilangan evaporasi terutama mencakup tiga komponen yaitu keringat (kehilangan cairan yang tidak disadari oleh kulit), saluran pernafasan dan luka bedah terbuka. Kehilangan panas evaporasi

meningkat akibat luka sayatan pembedahan yang besar dan kulit pasien yang basah memungkinkan menyebabkan kehilangan panas intraoperasi sehingga pasien hipotermi.



Gambar 2.1 Ilustrasi skema mekanisme kehilangan panas perioperatif.

4. Mekanisme peenghasil panas

a. Termogenesis *nonshivering*

Termogenesis *nonshivering* didefinisikan sebagai peningkatan produksi panas metabolik yang tidak berhubungan dengan aktifitas otot yang berperan kecil pada anak-anak dan orang dewasa namun besar pada bayi. Respon tersebut dimediasi oleh reseptor beta-3 adrenergik yang berada pada lemak coklat. Warna coklat pada jaringan lemak ini disebabkan karena banyaknya mitokondria. Lemak ini berisi protein yang unik yang membantu perubahan secara langsung substrat menjadi panas. *Shivering* post anastesi di rumah sakit pada anak didapat insiden keseluruhan dari 14% *shivering* dengan usia yang lebih tua (> 6 tahun), pemberian atropin dan hipotermia intraoperatif secara signifikan dapat memprediksi *shivering* (Buggy, 2018).

b. Termogenesis *Shivering*

Shivering merupakan aktivitas otot involunter dan beresilasi yang meningkatkan produksi panas metabolik sebanyak 2 sampai 3 kali lipat. *Shivering* dapat meningkatkan produksi panas metabolik hingga 600% di atas tingkat basal. *Shivering* tidak terjadi pada bayi, dan sangat tidak

efektif pada beberapa tahun pertama (Buggy, 2020)

2.3 *Post Anaesthetic Shivering* (PAS)

1. Definisi

Salah satu komplikasi umum dan tidak menyenangkan dari tindakan pasca spinal anastesi adalah *Post Anesthetic Shivering* (PAS) dengan insiden *shivering* secara keseluruhan dalam meta-analisis terbaru adalah 34% (Lopez, 2018). *Shivering* didefinisikan sebagai fasikulasi atau tremor yang mudah dideteksi pada wajah, rahang, kepala, ekstremitas yang berlangsung lebih dari 15 detik (Buggy & Crossely, 2020; Gwinnutt, 2018). Terjadinya *shivering* bisa sesaat setelah tindakan anastesi, dipertengahan jalannya operasi maupun di ruang pemulihan (5 hingga 30 menit setelah penghentian anastesi) (Eydi, *et al.*, 2024).

Shivering merupakan sindrom yang melibatkan kontraksi osilasi yang tidak disengaja pada otot rangka, merupakan efek samping yang umum dan menantang dari anastesi dan modulasi suhu yang ditargetkan selama pemulihan awal setelah anastesi. *Shivering* adalah respons fisiologis terhadap paparan dingin dan langkah tubuh dalam menghasilkan panas setelah vasokonstriksi perifer (Lopez, 2019; Hidayat, dkk., 2018).

Anastesi spinal regional memiliki efek minimal pada proses sentral dan proses integrasi respon termoregulasi. Vasodilatasi membatasi area yang terblokir sehingga redistribusi awal berkurangnya suhu terjadi lebih lambat selama anastesi spinal. Suhu inti dapat berkurang hal ini cukup untuk memicu *shivering*. Tetapi kemampuan reflek *shivering* untuk menimbulkan panas sangat kurang, terbatas pada daerah tubuh bagian atas yang tidak terblokir (Buggy, & Crossley, 2020).

2. Klasifikasi Derajat *Shivering*

Menurut Crossley, A. W., & Mahajan, R. P. (2024) dalam kebanyakan penelitian, hanya ada sedikit upaya untuk membakukan klasifikasi *shivering* pasca operasi, dan kelalaian ini telah menyebabkan kesulitan dalam interpretasi penyelidikan yang sebanding. Berdasarkan skala

tersebut derajat *shivering* dilihat dari tanda klinis yaitu:

- a. Derajat 0: tidak ada *shivering*
- b. Derajat 1: piloereksi atau vasokonstriksi perifer
- c. Derajat 2: aktifitas muskuler pada satu grup otot
- d. Derajat 3: aktifitas muskuler pada lebih dari satu grup otot
- e. Derajat 4: aktifitas muskular secara umum di seluruh tubuh.

3. Tanda dan gejala derajat *shivering*

Tanda dan gejala derajat *shivering* menurut Mathew, et al dalam Lopez, (2018); Crossley, A. W., & Mahajan, R. P. (2024) sebagai indikator dalam penentuan derajat *shivering* adalah sebagai berikut:

- a. Derajat 0: tidak ada *shivering*
Tidak adanya aktifitas otot yang mengindikasikan sebagai usaha dalam menghasilkan panas setelah vasokonstriksi perifer akibat paparan dingin dan efek obat anastesi.
- b. Derajat 1: piloereksi atau vasokonstriksi perifer
 - 1) Piloereksi atau rambut “berdiri pada akarnya”. Rangsang simpatis menyebabkan otot arektor pili yang melekat ke folikel rambut berkontraksi yang menyebabkan rambut berdiri tegak.
 - 2) Vasokonstriksi kulit seluruh tubuh, ditandai dengan perifer tampak pucat dan akral dingin hal ini disebabkan oleh rangsangan dari pusat simpatis hipotalamus posterior
- c. Derajat 2: aktifitas muskuler pada satu grup otot
Fasikulasi (kontraksi atau gerakan halus) ringan pada wajah dan leher serta gangguan elektrokardiografi (EKG) tanpa adanya aktivitas lengan secara tidak sengaja.
- d. Derajat 3: aktifitas muskuler pada lebih dari satu grup otot tremor yang terlihat pada kelompok otot umumnya pada ekstermitas atas.
- e. Derajat 4: aktifitas muskular secara umum di seluruh tubuh.
Hiperaktivitas otot kasar (otot tangan, otot kaki) yang melibatkan seluruh tubuh.

4. Aspek patofisiologi

Dalam Lopez (2018), frekuensi getaran dasar pada elektromiogram pada manusia biasanya mendekati 200 Hz. Menggigil memiliki dua pola yang berbeda yaitu pola tonik yang mirip dengan menggigil normal, dan pola gelombang phasic yang mirip dengan klon patologis. Pola tonik menunjukkan bentuk sinusoid konstan dari menggigil normal dan tampaknya menjadi jawaban termoregulasi untuk hipotermia intraoperatif. Sebaliknya, pola klonik bukanlah komponen normal dari menggigil termoregulasi dan tampaknya spesifik untuk pemulihan dari anestesi volatil. Pola menggigil ini mungkin berasal dari hilangnya inhibisi yang dihasilkan oleh anestesi umum dalam mengontrol refleks spinal.

Menggigil timbul ketika daerah preoptik hipotalamus didinginkan. Sinyal eferen yang memediasi menggigil turun di berkas otak depan medial. Neuron motorik alfa tulang belakang dan aksonnya adalah jalur umum terakhir untuk gerakan terkoordinasi dan menggigil. Tremor dingin yang khas memiliki ritme tertentu dalam bentuk pelepasan yang dikelompokkan dalam elektromiografi. Selama stimulasi dingin yang berkelanjutan pada kulit atau sumsum tulang belakang, neuron motorik direkrut dalam urutan yang dimulai dengan neuron motorik gamma kecil yang diikuti oleh neuron motorik alfa tonik kecil, dan akhirnya, neuron motorik alfa fasik yang lebih besar.

5. Etiologi

Kombinasi gangguan termoregulasi yang diinduksi anestesi dan paparan lingkungan yang dingin membuat sebagian besar pasien bedah mengalami hipotermia. Menggigil biasanya dipicu oleh hipotermia namun menggigil juga dikaitkan dengan dengan banyak penyebab lain: nyeri, refleks tulang belakang yang tidak terhambat, penurunan aktivitas simpatik, alkalosis pernapasan. *Post Shivering Anesthetic* terjadi akibat dari inhibisi termoregulasi yang diinduksi anestesi menghilang secara tiba-tiba, sehingga meningkatkan ambang menggigil menuju normal. Perbedaan antara suhu tubuh rendah yang persisten dan ambang batas yang sekarang mendekati normal mengaktifkan menggigil termoregulasi sederhana

(Lopez, 2018).

Hipotermia perioperatif didefinisikan sebagai suhu inti, 33°C hingga 35°C, sedangkan ambang menggigil pada pasien yang tidak dibius adalah 35,5°C. Agen anestesi meningkatkan ambang respon panas dan menurunkan ambang respon dingin sehingga rentang *interthreshold* normal (titik setel hipotalamus) meningkat. Salah satu fungsi penting dari medula ventromedial rostral adalah untuk memodulasi jumlah rasa sakit dan masukan suhu naik dari sumsum tulang belakang dengan gerbang transmisi sinyal saraf pada tingkat tanduk dorsal. Menggigil dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu menggigil termoregulasi, yang berkorelasi dengan vasokonstriksi kulit dalam menanggapi hipotermia. Sebaliknya, sekitar 15% dari respon menggigil berasal dari menggigil non-termoregulasi, yang berhubungan dengan vasodilatasi kulit dan mungkin dengan rasa sakit (Lopez, 2018; De Witte, J., & Sessler, D. I., 2022).

Anestesi spinal sendiri sedikit menurunkan ambang batas untuk memicu vasokonstriksi dan menggigil di atas level blok. Anestesi spinal mempengaruhi termoregulasi sentral dan perifer, dengan memperbesar rentang *interthreshold* melalui peningkatan ambang batas keringat dan menurunkan vasokonstriksi dan ambang *shivering*. Pada anestesi neuraksial vasokonstriksi tidak akan muncul ketika suhu inti memicu reset ambang vasokonstriksi. Dengan demikian, lebih banyak panas akan hilang, dan lebih banyak insiden akan terjadi pada anestesi neuraksial. Mekanisme hipotermia perioperative diakibatkan oleh redistribusi volume intravaskular dari inti ke kompartemen perifer di bawah tingkat simpatektomi, yang menyebabkan tubuh kehilangan panas radiasi. Selain itu, anestesi spinal sendiri sedikit mengurangi ambang batas untuk memicu vasokonstriksi dan *shivering* di atas permukaan blok (Lopez, 2018).

6. Dampak klinis

Shivering mungkin terkait dengan penyembuhan luka yang tertunda dan peningkatan perawatan di rumah sakit. Peningkatan kebutuhan metabolik ini juga dapat menjadi predisposisi untuk pasien yang mengalami kesulitan

dengan pintasan intrapulmonal, curah jantung tetap, atau cadangan pernapasan yang terbatas. Meskipun fungsi penting dari *shivering* meningkatkan suhu inti tubuh, hal ini dapat dikaitkan dengan efek samping yang penting bagi individu sehat dan pasien rawat inap, seperti mereka yang baru pulih dari anestesi (Lopez, 20018).

Adapun dampak klinis dari kejadian *shivering* post anestesi adalah sebagai berikut (Andri, dkk., 2017; Morgan, 2023; Gwinnut, 2019):

- a. Meningkatkan metabolisme
- b. Peningkatan konsumsi oksigen yang signifikan (hingga 400%)
- c. Peningkatan produksi CO₂ (hiperkarbia)
- d. Meningkatkan hipoksemia arteri
- e. Asidosis laktat
- f. Meningkatkan TIK
- g. Meningkatkan TIO
- h. Menyebabkan artefak pada monitor EKG
- i. Meningkatnya nyeri pasca bedah akibat tarikan luka operasi.
- j. Ketidaknyamanan bagi pasien
- k. Gangguan irama jantung

7. Factor resiko

a. Durasi tindakan operasi

Durasi operasi atau lama tindakan operasi merupakan rentang waktu yang dilakukan dalam melakukan tindakan pembedahan. Durasi tindakan operasi sangat ditentukan oleh klasifikasi jenis tindakan operasi. Sedangkan durasi anestesi merupakan lamanya tindakan anestesi yang dimulai sejak dilakukan induksi anestesi dengan obat atau agen anestesi. Durasi pemberian obat anestesi sangat ditentukan oleh prosedur pembedahan yang dilakukan maka dari itu onset obat anestesi dan reanimasi yang digunakan dalam prosedur pembedahan harus saling melengkapi satu sama lain.

Durasi pembedahan dengan spinal anestesi yang lama dengan kategori jenis operasi sedang atau besar yang memakan waktu lebih dari

1 jam menyebabkan tindakan anestesi semakin lama. Hal ini akan menambah waktu terpaparnya tubuh dengan suhu dingin serta menimbulkan efek akumulasi obat dan agen anestesi di dalam tubuh semakin banyak sebagai hasil pemanjangan penggunaan obat atau agen anestesi di dalam tubuh, obat anestesi dapat pula menghambat mekanisme kompensasi untuk mempertahankan suhu normal dan menyebabkan perubahan temperatur tubuh sampai terjadi *shivering*. Selain karena terpapar suhu ruangan yang dingin lebih lama, pasien jarang diberikan selimut untuk menutupi tangan, bahu dan leher selama operasi (Mashito, dkk., 2018; Putzu, *et al.*, 2007; Tantarto, dkk., 2017 ; Syauqi, dkk., 2019).

(Depkes RI, 2019) Pembagian operasi berdasarkan durasinya ada 4 kelompok, yaitu:

- 1) Operasi ringan (≤ 60 menit)
 - 2) Operasi sedang (60-120 menit)
 - 3) Operasi besar (>120 menit)
 - 4) Operasi khusus dengan alat canggih
- b. Usia pasien

Menurut Buggy dan Crossley (2018) Mekanisme *shivering* erat kaitannya dengan faktor usia. Pada bayi, anak, dan usia dewasa akhir *shivering* dimediasi oleh jaringan lemak yang merupakan jaringan khusus kaya akan investasi sistem saraf simpatis dan vaskularisasi sedangkan pada remaja dan dewasa awal *shivering* dimediasi melalui peningkatan panas tubuh yang dipengaruhi oleh kelenjar tiroid. Dalam hal ini dewasa akhir lebih berisiko mengalami *shivering* karena pada dewasa akhir sudah mulai terjadi penurunan metabolisme sehingga kemampuan untuk mempertahankan suhu tubuh juga mulai berkurang. Ambang batas vasokonstriksi perifer pada lansia lebih rendah 1°C dan berkurangnya respons terhadap vasokonstriktor perifer sehingga mudah terjadinya *Post Anesthetic Shivering* (PAS), menurut Nugroho, dkk., 2022 dalam Mashitoh, dkk., (2018);. Menurut Morgan, (2023) umur

pasien merupakan salah satu faktor utama yang berpengaruh pada terjadinya hipotermi dan mengigil atau *shivering*. Dampak anestesi spinal terhadap penurunan abang batas suhu dengan kejadian *shivering* derajat 3 tidak begitu mempengaruhi usia 21-30 tahun karena pada usia tersebut umumnya manusia masih memiliki stamina fisik yang baik.

Pertimbangan anestesi pada lansia awal berisiko tinggi mengalami hipotermia intraoperatif dan pemanasan intraoperatif aktif harus dipertimbangkan, bahkan untuk prosedur singkat. Pada periode pasca operasi, lansia awal mungkin kekurangan massa otot untuk *shivering* yang efektif atau mereka mungkin memiliki cadangan kardiopulmoner yang tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan oksigen yang meningkat karena *shivering* (Chambers, *et al.*, 2017).

Usia adalah satuan waktu yang mengukur waktu keberadaan suatu makhluk, baik yang hidup maupun yang mati. Secara biologis, Depkes RI (2019) membagi golongan usia menjadi:

- 1) Masa balita (0-5 tahun)
- 2) Masa kanak-kanak (5-11 tahun)
- 3) Masa remaja awal (12-16 tahun)
- 4) Masa remaja akhir (17-25 tahun)
- 5) Masa dewasa awal (26-35 tahun)
- 6) Masa dewasa akhir (36-45 tahun)
- 7) Masa lansia awal (46-55 tahun)
- 8) Masa lansia akhir (56-65 tahun)
- 9) Masa manula (65 sampai ke atas)

c. Jenis operasi

Jenis operasi yang menyebabkan *shivering* paling banyak pada tindakan operasi besar dengan durasi pembedahan yang lebih (>60 menit). Pada jenis operasi besar pasien akan terpapar suhu dingin lebih lama dan terbukanya area operasi dengan luka sayatan yang relatif besar, sehingga risiko terjadinya efek samping *shivering* akan semakin

besar seperti pada operasi *sectio caesarea*, *digestive*, *orthopedi* dan *trauma*. Upaya yang efektif untuk mengatasi terjadinya *shivering* pasca anastesi spinal dengan memperbaiki hemodinamik dan metabolisme tubuh serta menjaga suhu tubuh selama tindakan pembedahan (Mashitoh, dkk., 2018; Syauqi, dkk., 2019).

d. Jenis kelamin

Mengenai jenis kelamin, wanita menunjukkan insiden *shivering* yang lebih tinggi daripada pria. Akibatnya, menekan *shivering* pada pasien rawat inap adalah langkah logis dan penting dalam meningkatkan kenyamanan dan mengurangi komplikasi terkait *shivering* (Lopez, 2018).

e. Suhu lingkungan (termasuk suhu ruangan dan suhu cairan infus yang diberikan)

Penurunan temperatur tubuh dapat dipengaruhi oleh suhu ruangan operasi yang kurang dari 20°C sedangkan suhu inti tubuh akan dipertahankan pada suhu 24-26°C. Suhu lingkungan yang lebih dari suhu tubuh dapat dipertahankan dengan mekanisme vasokonstriksi atau vasodilatasi. Tubuh akan mengatasi suhu lingkungan dibawah atau diatas *thermoneutral zone* dengan meningkatkan pembentukan panas dan meningkatkan pengeluaran panas. Hal itu dikarenakan responden terpapar suhu ruangan yang dingin lebih lama, tidak diberikan selimut untuk menutupi tangan, bahu dan leher selama operasi, dan ruangan ber-AC dengan suhu <20°C, sehingga dapat menyebabkan penurunan temperatur tubuh pasien. Selain itu cairan intravena hangat yang masuk ke pembuluh darah menyebabkan perubahan suhu pada darah dan ini memberikan respons langsung pada termoreseptor hipotalamus. (Prasetyo, dkk., 2017; Syauqi, dkk., 2019; Sukarja, dkk., 2023).

f. ASA (American Society of Anesthesiologists)

Status ASA, merupakan sistem klasifikasi fisik adalah suatu sistem untuk menilai dan mengkomunikasikan komorbiditas medis pra- anastesi pasien yang dapat membantu dalam memprediksi risiko perioperatif.

Menetapkan tingkat klasifikasi Status Fisik adalah keputusan klinis berdasarkan beberapa faktor. Meskipun klasifikasi Status Fisik awalnya dapat ditentukan pada berbagai waktu selama penilaian pra operasi pasien, tugas akhir klasifikasi Status Fisik dibuat pada hari perawatan anestesi oleh ahli anestesi setelah mengevaluasi pasien.

- 1) ASA 1 : pasien yang normal dan sehat.

Contoh : sehat, bebas rokok, tidak atau jarang minum alkohol.

- 2) ASA 2 : pasien dengan penyakit sistemik ringan.

Contoh : Penyakit ringan hanya tanpa batasan fungsional substantif. Contohnya termasuk (tetapi tidak terbatas pada): perokok aktif, peminum alkohol sosial, kehamilan, obesitas ($30 < \text{BMI} < 40$), DM / HTN yang terkontrol dengan baik, penyakit paru-paru ringan.

- 3) ASA 3 : pasien dengan penyakit sistemik berat.

Contoh : Batasan fungsional yang substansial; Satu atau lebih penyakit sedang hingga berat. Contohnya termasuk (tetapi tidak terbatas pada): DM atau HTN yang tidak terkontrol dengan baik, PPOK, obesitas morbid ($\text{BMI} \geq 40$), hepatitis aktif, ketergantungan atau penyalahgunaan alkohol, alat pacu jantung implan, pengurangan fraksi ejeksi sedang, ESRD yang menjalani dialisis terjadwal secara teratur, bayi prematur PCA < 60 minggu, riwayat (> 3 bulan) MI, CVA, TIA, atau CAD / stent.

- 4) ASA 4 : pasien dengan penyakit sistemik berat yang merupakan ancaman bahi kehidupan.

Contoh : Termasuk (tetapi tidak terbatas pada): MI, CVA, TIA, atau CAD/stent baru-baru ini (< 3 bulan), iskemia jantung yang sedang berlangsung atau disfungsi katup yang parah, pengurangan fraksi ejeksi yang parah, sepsis, DIC, ISPA atau ESRD yang tidak dilakukan secara teratur dialisis terjadwal.

- 5) ASA 5 : pasien yang hamper mati tidak ada harapan hidup dalam 24 jam untu berthan hidup tanpa operasi.

Contoh : Termasuk (tetapi tidak terbatas pada): ruptur aneurisma

perut/toraks, trauma masif, perdarahan intrakranial dengan efek massal, usus iskemik saat menghadapi patologi jantung yang signifikan atau disfungsi beberapa organ/sistem

- 6) ASA 6 : pasien mati batang otak yang organnya akan diambil untuk tujuan donor.

Jika pembedahan darurat, klasifikasi ASA diikuti dengan “E” (untuk darurat) misalnya “3E”. Semakin tinggi status ASA pasien maka gangguan sistemik pasien tersebut akan semakin berat. Hal ini menyebabkan respon organ-organ tubuh terhadap obat atau agen anestesi tersebut semakin lambat, sehingga berdampak pada semakin lama pulih sadar pasien (Setiawan, 2010; ASA, 2019).

g. Status gizi

Untuk melakukan aktifitas, fungsi sosial dan menjaga kesehatan kebutuhan energy dapat dipenuhi dari konsumsi makanan untuk keseimbangan pengeluaran energi yang digunakan dalam memelihara ukuran tubuh serta menyediakan energy bagi tubuh. Apabila respon regulasi suhu tubuh terhadap suhu lingkungan sekitar tidak berfungsi dengan baik maka performa aktivitas dan metabolisme manusia menjadi menurun menurut FAO, 2001; Marriott & Carlson, 1996 dalam Puspitasari, dkk., (2019).

h. IMT (Indeks Masa Tubuh)

Lemak merupakan sumber pembentuk energi di dalam tubuh yang berfungsi sebagai pembentuk susunan tubuh, pelindung kehilangan panas tubuh, cadangan energi dan pengatur suhu tubuh. IMT yang rendah akan lebih mudah kehilangan panas dan merupakan faktor risiko terjadinya hipotermi hingga *shivering* intra operasi, hal ini dipengaruhi oleh persediaan sumber energi penghasil panas yaitu lemak yang tipis. Pasien dengan IMT kurang yang akan menjalani operasi elektif dengan spinal anestesi tidak perlu mengkonsumsi makanan secara berlebihan agar indeks massa tubuhnya mencapai normal/ideal. Pembentukan panas tergantung pada oksidasi bahan bakar metabolik yang berasal dari

makanan dan lemak sebagai sumber energi dalam menghasilkan panas sebagai mekanisme pertahanan suhu tubuh (Andri, dkk., 2017).

8. Penatalaksanaan

Sessler, *et al.*, (2022) dalam Crossley, *et al.*, (2024) telah memberikan bukti bahwa karakteristik elektromiografi *shivering* pasca operasi berbeda dari *shivering* termoregulasi. Mereka menyarankan bahwa pada fase awal pemulihan dari anestesi, respon termoregulasi terhadap dingin dihambat tetapi aktivasi refleks spinal menyebabkan tremor spontan klonik.

Menurut Lopez, 2018 Pengobatan *Shivering* yang efektif menjadi keharusan dengan meningkatkan kesadaran akan manfaat yang signifikan dari mempertahankan *euthermia intra* dan post anestesi. Ada banyak strategi terapi untuk mengobati *shivering* dan sebagian besar bersifat empiris. Pengendalian *shivering* sangat penting untuk pendinginan yang efektif, karena *shivering* melawan proses pendinginan, mempersulit pencapaian suhu target, sangat tidak nyaman, dan dapat memicu peningkatan besar-besaran dalam konsumsi energi sistemik dan otak serta kebutuhan metabolic.

Pedoman American Society of Anesthesiologists (ASA) Dalam Lopez, 2019 merekomendasikan perangkat penghangat udara paksa dan meperidine menerima validasi tertinggi. Metode pengobatan yang ditetapkan yaitu:

a. Non farmakoterapi

Banyak obat antipenyakit telah ditinjau. Namun, efek samping obat membatasi kegunaannya di banyak pengaturan klinis. Farmakoterapi dapat mengganggu dampak klinis dalam pemulihan setelah anestesi, menghambat pemeriksaan neurologis, dan mungkin berdampak pada keadaan hemodinamik dan neurologis. Adapun beberapa tindakan nonfarmakologis untuk menangani *shivering* yaitu (Lopez, 2019; Fauzi, dkk., 2024; Prasetyo, dkk., 2017):

- 1) Pemanasan kulit aktif (pemanas listrik, pakaian yang bersirkulasi air, udara paksa, pemanasan berseri) efektif dalam manajemen

shivering dalam pengaturan hipotermia perioperatif dan induksi. Mekanisme pemanasan kulit aktif dengan meningkatkan kandungan panas tubuh, membatasi redistribusi panas dari inti ke pinggiran dan mengurangi kehilangan panas radiasi mengarah pada kontrol efektif *shivering* termoregulasi.

- 2) Pemanasan kulit pasif (selimut kapas, perban elastis)
 - 3) Pemanasan inti tubuh (cairan panas, udara panas).
 - 4) Penggunaan cairan kristaloid yang dihangatkan untuk keseimbangan cairan intravena:
 - a) Larutan untuk irigasi luka pembedahan.
 - b) Larutan yang digunakan pada prosedur sistokopi.
 - c) Menaikkan suhu ruangan untuk mencegah *shivering*.
 - 5) Penggunaan sistem low-flow atau sistem tertutup pada pasien kritis atau pasien yang beresiko tinggi
 - 6) Menghindari genangan air / larutan di meja operasi.
 - 7) Penggunaan larutan irigasi yang dihangatkan pada luka pembedahan atau prosedur sistokopi urologi. Penggunaan penghangat darah untuk pemberian darah dan larutan kristaloid/koloid hangat atau fraksi darah.
 - 8) Pemanasan jalan napas dengan udara hangat dan lembab dapat meningkatkan suhu nasofaring, esofagus, dan inti dengan mengurangi kehilangan panas dari penguapan gas kering melalui pernapasan. Namun, hanya 10% kehilangan panas yang terjadi karena penguapan, oleh karena itu udara hangat memiliki sedikit efek pada *shivering*.
 - 9) Terapi oksigen diberikan untuk mempertahankan penyediaan oksigen dalam darah.
- b. Terapi farmakologis

Banyak obat telah terbukti efektif dalam pencegahan dan pengobatan seperti opioid, $\alpha 2$ -agonist, antikolinergik, stimulan sistem saraf pusat, kortikosteroid. Kelas obat antishivering yang sangat

efektif menekan aktivitas otot dan meminimalkan terjadinya *shivering* adalah analgesik yang bekerja secara terpusat (tramadol), agonis reseptor opioid (meperidine, fentanyl), penghambat kolinesterase (physostigmine), dan antagonis reseptor N-metil-D-aspartat (ketamin, magnesium sulfat). Sedangkan agonis sentral α_2 (clonidine, dexmedetomidina), dan antiserotonergic (ondansetron) serta obat antiinflamasi (deksametason) tergolong golongan yang kurang efektif (Lopez, 2018).

Cara terbaik untuk mengatasi *shivering* adalah dengan memperbaiki hemodinamik dan metabolisme tubuh serta menjaga suhu tubuh selama tindakan operasi dan anastesi Masyitah, S. U., Sony, S., & Anggraini, D. (2024). Secara umum untuk terapi *shivering* pasca anastesi penggunaan obat ketamin, mepedrin, petidin, dan tramadol sering digunakan dalam dosis kecil yang merupakan obat anesthesia (Fauzi, dkk., 2025; Srilata, & Kavitha Jayaram., 2022). Propofol sering digunakan di unit perawatan intensif (ICU) untuk sedasi. Selain obat penenang dan amnestik, ini sedikit mengurangi vasokonstriksi dan ambang *shivering* M. Srilata, Kavitha Jayaram., 2022).