

EFEKTIVITAS TEKNIK ANESTESI *LOW FLOW* DIBANDINGKAN TEKNIK ANESTESI INHALASI STANDAR PADA ANAK USIA 1-6 TAHUN YANG MENJALANI OPERASI DI PROF. DR. I.G.N.G. NGOERAH DENPASAR

Putu Kurniyanta, I Putu Pramana Suarjaya, I Putu Fajar Narakusuma

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
Bali, Indonesia

Email: putukurniyanta@gmail.com

ABSTRAK

Sejak ditemukannya sevofluran, sevofluran telah umum digunakan karena banyak keuntungannya, termasuk profil keamanannya untuk praktik anestesi pediatrik. Namun, saat ini belum ada rekomendasi ideal berapa banyak aliran gas yang harus digunakan selama induksi pada pediatri. Aliran gas segar yang tinggi (*Fresh Gas Flow*, FGF) menyebabkan pemborosan penggunaan gas anestesi dan oksigen, yang menyebabkan penggunaannya tidak ekonomis dan mencemari lingkungan. Sampai saat ini, hanya terdapat sedikit penelitian tentang FGF rendah pada anak, sehingga belum ada metode yang baik dan efisien untuk mengurangi kebutuhan gas induksi dalam jumlah besar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas teknik *low low anesthesia* (LFA) dalam menurunkan volume sevofluran, waktu induksi, dan hemodinamik selama pembedahan pada anak yang menjalani pembedahan. Studi ini adalah studi kasus-kontrol yang dilakukan di Rumah Sakit Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah di Denpasar. Empat puluh enam anak usia 1 - 6 tahun menjalani operasi elektif dan dianestesi dengan sevofluran dan dibagi secara acak menjadi dua kelompok: kelompok kasus menggunakan teknik anestesi aliran rendah dan kelompok kontrol menggunakan teknik anestesi standar. Kelompok kasus dan kontrol secara statistik serupa dalam hal data demografis. Namun, volume sevofluran yang digunakan dari waktu premedikasi hingga intubasi berbeda secara signifikan ($p > 0,05$) antara kedua kelompok (35,5 ml vs 44,5 ml). Waktu induksi tidak berbeda nyata (209 detik vs 201 detik, $p < 0,05$). Selain itu, tidak ada perbedaan signifikan yang diamati mengenai stabilitas hemodinamik selama anestesi.

Kata Kunci : induksi anestesi., stabilitas hemodinamik., anestesi aliran rendah., sevofluran

ABSTRACT

Since the discovery of sevoflurane, it has been commonly used due to its many advantages, including its safety profile for pediatric anesthesia practice. However, currently no ideal recommendation for how much gas flow should be used during induction in children. High fresh gas flow (FGF) causes waste of anesthetic and oxygen gases, making it both uneconomical and environmentally polluting. To date, there have been very few studies on low FGF in children, so there is no best and efficient method for reducing the need for large amounts of induction gas. The aim of this study is to determine the effectiveness of the low low anesthesia (LFA) technique in reducing sevoflurane volume, induction time, and hemodynamics during surgery in children undergoing surgery. This is a case-control study conducted at Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah Hospital in Denpasar. Forty-six children aged 1 - 6 years underwent elective surgery and were anesthetized with sevoflurane and randomly divided into two groups: the case group using the low-flow anesthesia technique and the control group using the standard anesthesia technique. The case and control groups were statistically similar in terms of demographic data. However, the volume of sevoflurane used from the time of premedication to intubation was significantly different ($p > 0.05$) between the two groups (35.5 ml vs 44.5 ml). The induction times were not significantly different (209s vs 201s, $p < 0.05$). Additionally, no significant difference was observed regarding hemodynamic stability during anesthesia.

Keywords : anesthesia induction., hemodynamic stability., low flow anesthesia., sevoflurane

PENDAHULUAN

Anestesi dan operasi yang dilakukan pada pasien anak sangat bervariasi tergantung pada rentang usia, dari neonatus hingga dewasa muda. Salah satu faktor yang mempengaruhi adalah usia pasien, anatomi, fisiologi, psikologi yang berkaitan dengan kematangan anak, kelainan bawaan yang menyertai, dan infeksi yang kadang menyertainya. Anestesi dalam bedah anak semakin maju dan meluas, didukung dengan meningkatnya keterampilan dokter, pemantauan yang lebih lengkap, serta ditemukannya obat dan teknik yang lebih aman.¹

Sebagian besar teknik anestesi yang dilakukan adalah anestesi umum inhalasi dengan gas, mengingat anak-anak seringkali tidak kooperatif, terutama karena tidak ada akses intravena. Salah satu teknik tersebut adalah penggunaan gas sevofluran, yang ditemukan oleh Ross Terrel pada tahun 1975 dan telah digunakan secara luas sejak tahun 1990. Saat ini, gas sevofluran banyak digunakan, terutama untuk menginduksi pasien anak dari neonatus hingga anak yang lebih tua, dan sebagai obat penenang ketika akses intravena belum dibuat atau sulit dibuat. Gas sevofluran memiliki beberapa keunggulan, antara lain cepat, tidak menyebabkan iritasi, berbau harum, nyaman, dan tidak menyakitkan bagi anak-anak.²

Inhalasi sevofluran biasanya digunakan untuk menginduksi pasien anak dengan konsentrasi *vaporizer* maksimum 8% vol dan laju aliran gas yang tinggi (8 L/menit) melalui sistem *rebreathing* dan *non-rebreathing* sampai pasien kehilangan kesadaran. Setelah kehilangan kesadaran, ditandai dengan hilangnya refleks bulu mata, konsentrasi gas sevofluran dititrasi ke bawah untuk mempertahankan proses anestesi. Induksi inhalasi sevofluran juga sering digunakan pada pasien dengan komplikasi jalan napas karena memberikan efek sedatif dan relaksasi ringan tanpa depresi pernapasan. Efek hemodinamik yang terjadi dengan penggunaan gas sevofluran relatif stabil dengan atau tanpa kombinasi obat anestesi lainnya.²

Konsentrasi gas sevofluran yang tinggi selama induksi awal bertujuan mempercepat konsentrasi gas di alveoli, dan mencapai induksi yang cepat. Namun, tidak ada rekomendasi ideal berapa banyak aliran gas oksigen yang harus digunakan selama induksi pada anak. Fresh Gas Flow (FGF) adalah aliran udara yang mengandung oksigen yang menggerakkan sevofluran dalam bentuk cair menjadi gas yang akan dialirkan bersama ke saluran napas pasien. FGF tinggi biasanya digunakan untuk mempercepat konsentrasi gas sevofluran yang diinginkan dalam sistem sirkuit pasien, tetapi tidak ada perbedaan yang signifikan antara penggunaan FGF 6 liter/menit dan 1 liter/menit dalam hal hemodinamik. Namun FGF yang tinggi menyebabkan pemborosan gas anestesi dan oksigen sehingga tidak ekonomis dan mencemari lingkungan. Sebaliknya, jika FGF terlalu rendah, maka dibutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai konsentrasi gas inhalasi, sehingga dapat meningkatkan stres induksi pada anak-anak.³

Dengan adanya mesin anestesi baru yang dilengkapi dengan monitor khusus untuk CO₂ dan pemantauan kadar

oksigen *end-tidal*, teknik *Low Flow Anesthesia* (LFA) dapat diterapkan.⁴ Penggunaan LFA dapat menghemat penggunaan gas oksigen dan sevofluran serta mengurangi polusi ruang operasi. Aliran gas oksigen 1 liter/menit selama 2 jam pengoperasian dapat menghemat hampir 50% lebih banyak sevofluran dibandingkan dengan aliran gas oksigen biasa 2-3 liter/menit; serta tidak ada perbedaan hemodinamik yang signifikan antara FGF 6 liter/menit dan 1 liter/menit. FGF rendah lebih ekonomis dalam penggunaan gas sevofluran selama induksi pada pasien anak.⁵ Sampai saat ini, hanya ada sedikit penelitian tentang FGF rendah pada anak-anak, sehingga belum ada metode terbaik dan efisien untuk mengurangi kebutuhan gas induksi dalam jumlah besar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas teknik LFA dengan teknik anestesi inhalasi standar dalam menurunkan volume sevofluran, waktu induksi, dan hemodinamik selama pembedahan, pada anak usia 1 sampai 6 tahun yang menjalani pembedahan.

METODE

Penelitian dengan desain kasus-kontrol ini dilakukan pada bulan April hingga Juni 2022 di Rumah Sakit Prof. Dr. IGNG Ngoerah di Denpasar, Bali. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah pemilihan acak tersamar tunggal dari individu yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi kelompok kasus adalah anak usia 1-6 tahun yang menjalani operasi pembedahan dengan teknik LFA dengan sevofluran. Kelompok kontrol termasuk anak usia 1-6 tahun yang menjalani operasi bedah menggunakan teknik anestesi aliran standar dengan sevofluran. Ukuran sampel pada kedua kelompok kasus dan kontrol adalah 23 pada masing-masing kelompok. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah teknik aliran rendah dan teknik anestesi standar, sedangkan variabel terikat adalah volume penggunaan sevofluran, waktu induksi, dan hemodinamik selama operasi (tekanan arteri rata-rata, detak jantung). Semua individu yang memenuhi kriteria dan setuju untuk berpartisipasi dijelaskan tentang pelaksanaan teknis penelitian dan diminta untuk mengisi formulir persetujuan. Data diperoleh dan dianalisis dengan menggunakan IBM SPSS 25. Uji T independen dilakukan jika data berdistribusi normal, dan uji Mann-Whitney digunakan jika data tidak berdistribusi normal. Perbedaan rata-rata dengan interval kepercayaan 95% dihitung, dan uji Mann-Whitney digunakan jika data tidak berdistribusi normal. Perbedaan rata-rata dengan interval kepercayaan 95% dihitung, dan uji Mann-Whitney digunakan jika data tidak berdistribusi normal. Perbedaan rata-rata dihitung dengan interval kepercayaan 95%.

HASIL

Empat puluh enam sampel terdaftar dalam penelitian ini, termasuk 17 perempuan dan 29 laki-laki. Sampel diklasifikasikan ke dalam kelompok aliran rendah dan kelompok aliran standar. Teknik aliran rendah adalah penggunaan sevofluran dengan FGF 1 liter/menit. Teknik aliran standar adalah teknik anestesi menggunakan sevofluran dengan FGF 6 liter/menit. Sebanyak 45,6%

pasien memiliki ASA kelas I, dan 54,4% memiliki ASA kelas II. Kedua kelompok secara statistik serupa dalam hal data demografis. Karakteristik demografi pasien ditunjukkan pada Tabel 1.

Penelitian ini menemukan bahwa median berat badan masing-masing kelompok (*low flow* dan *standard flow*) adalah sama yaitu 14 kg. Namun, volume sevofluran yang digunakan dari waktu premedikasi hingga intubasi berbeda secara signifikan ($p > 0,05$) untuk setiap kelompok, dengan kelompok aliran rendah menggunakan lebih sedikit Sevofluran (35,5 ml vs 44,5 ml) (Tabel 1).

Kami menguji normalitas hemodinamik pasien, yang dinilai dengan tekanan arteri rata-rata (MAP) dan denyut jantung (Tabel 2). Selain itu, kami menguji normalitas variabel perancu seperti durasi anestesi dan jumlah perdarahan sebelum menilai potensi efeknya pada hasil studi (Tabel 3).

Waktu induksi (T2: waktu dari premedikasi hingga hilangnya refleks bulu mata; T3: waktu dari premedikasi hingga intubasi) pada kelompok aliran rendah tidak berbeda nyata ($p < 0,05$), menunjukkan bahwa penggunaan teknik aliran rendah dengan Sevoflurane tidak tidak memperlambat waktu induksi dan intubasi (Tabel 3).

DISKUSI

Masalah yang diantisipasi dari penggunaan teknik aliran rendah selama induksi adalah waktu induksi yang lama dan kedalaman anestesi yang tidak cukup selama intubasi. Namun, tidak ada perbedaan yang signifikan waktu yang dibutuhkan untuk intubasi antara kelompok aliran rendah dan aliran standar, dengan perbedaan median 9. Temuan ini konsisten dengan penelitian Singh, di mana tidak ditemukan perbedaan waktu induksi dan intubasi antara kedua kelompok, dengan perbedaan rata-rata 0,07.⁵ Demikian pula, Gupta tidak menemukan perbedaan durasi waktu hilangnya refleks bulu mata dan pemasangan LMA antara kelompok yang menggunakan ventilasi 0,5 kali menit dan kelompok standar.⁶

Parameter hemodinamik, termasuk tekanan arteri rata-rata dan detak jantung selama anestesi, menjadi perhatian utama dalam penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel hemodinamik antara kelompok aliran rendah dan aliran standar tidak signifikan secara statistik ($p < 0,05$) selama seluruh prosedur (T0-T6) (Tabel 2). Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa penggunaan teknik aliran rendah tidak mengganggu hemodinamik dan memiliki efek yang sama dengan kelompok yang menggunakan aliran standar. Hasil studi serupa ditemukan oleh Avci et al (2018), di mana tidak ada perbedaan yang signifikan dalam variabel hemodinamik yang diamati antara kelompok aliran rendah (1 liter/menit) dan aliran tinggi (4 liter/menit).⁷ Debre dan Genc juga tidak menemukan perbedaan yang signifikan antara hemodinamik kedua kelompok.^{8,9}

Penting diketahui bahwa penggunaan pemantauan BIS, kontrol otomatis konsentrasi gas *end-tidal*, dan tabung ETT dengan *cuff* bukanlah strategi yang secara khusus mengurangi konsumsi gas, melainkan teknik yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan kontrol pemberian anestesi.
<http://ojs.unud.ac.id/index.php/eum>
doi:10.24843.MU.2023.V12.i6.P04

Namun, secara tidak langsung dapat berkontribusi untuk mengurangi konsumsi gas dengan meminimalkan *over-delivery* pengiriman agen anestesi. Dalam hal teknik aliran rendah, studi Genc (2016) mendukung gagasan bahwa induksi aliran rendah dapat secara signifikan mengurangi konsumsi sevofluran selama anestesi.⁹ Selain itu, studi Taskin menunjukkan bahwa teknik aliran minimal menggunakan desfluran dapat memberikan manfaat dalam hal waktu induksi dan pemulihan lebih cepat dibandingkan dengan sevoflurane.³

Penggunaan sevofluran yang minimal juga berdampak positif bagi kesehatan lingkungan. Satu mililiter cairan sevofluran menghasilkan 182 ml gas sevofluran pada 20°C dan tekanan 1 atm. Oleh karena itu, perbedaan rata-rata 9 ml per kasus sama dengan pengurangan emisi gas sebesar 1638 ml. Potensi Pemanasan Global (GWP) gas sevofluran adalah 349. Dengan demikian, pengurangan emisi sebesar 1638 ml per kasus setara dengan pengurangan 571 L (1,12 kg) gas karbon dioksida. Estimasi pengurangan emisi dalam setahun adalah 1,8 ton karbon dioksida.¹⁰

Pada penelitian ini volume konsumsi sevofluran lebih rendah pada kelompok aliran rendah, dengan median 3 ml (IQR 2,62), dibandingkan dengan kelompok aliran standar, dengan median 13,4 ml (IQR 6,55), dengan selisih kurang lebih 9 ml. Harga satu botol sevofluran generik di daerah Bali sekitar Rp 900.000, dengan 1 ml sevofluran harganya sekitar Rp 3.600. Oleh karena itu, dengan menggunakan anestesi aliran rendah saat induksi dapat menghemat sekitar Rp 9.104.400 dalam dua bulan dan sekitar Rp 54 juta per tahun.

CONCLUSION

Pada penelitian ini, kami menemukan bahwa teknik Anestesi Aliran Rendah dapat mengurangi penggunaan sevofluran tanpa memperlambat waktu induksi dan intubasi pasien. Tidak ada perbedaan yang signifikan dalam hemodinamik selama operasi, yang dinilai dengan tekanan arteri rata-rata dan detak jantung, antara kedua kelompok. Penelitian dilakukan di Instalasi Bedah Sentral Prof. DR. Rumah Sakit IGNG Ngoerah Denpasar dan termasuk 467 kasus pediatrik selama periode dua bulan, dengan 281 kasus menerima anestesi umum inhalasi. Dengan menggunakan teknik LFA pada bedah anak, kami memperkirakan sekitar Rp 9 juta dapat dihemat dalam dua bulan, atau sekitar Rp 54 juta per tahun.

REFERENCE

1. Botchway MT, Kruger D, Manful CA, Grieve A. The scope of operative general paediatric surgical diseases in South Africa—the Chris Hani Baragwanath experience. *Ann Pediatr Surg* [Internet]. 2021;16(1):44. Available from: <https://doi.org/10.1186/s43159-020-00052-w>
2. Mitos G, Thoma G, Tsaousi G. Propofol/Fentanyl/Rocuronium or Sevoflurane Inhalational Induction for Intubation? *Cureus*. 2021 Nov;13(11):e19510.
3. Taşkın D, Gedik E, Kayhan Z. Effects of minimal flow

sevoflurane or desflurane anaesthesia on hemodynamiparameters, body temperature and anaesthetic consumption. *Turkish J Anaesthesiol Reanim.* 2020;48(5):356–63.

4. Nunn G. Low-flow anaesthesia. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain* [Internet]. 2008;8(1):1–4. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S174318161730433X>
5. Singh A, Sinha R, Aravindan A, Kumar KR, Datta PK. Comparison of low-fresh gas flow technique to standard technique of sevoflurane induction in children—A randomized controlled trial. *Paediatr Anaesth.* 2019;29(4):304–9.
6. Datta PK. Sevoflurane Consumption During Inhalational Induction in Children, *AANA Journal*, June 2020. 2020;88(3):177–82.
7. Avci O, KILIC F, DUGER C, ISBIR AC, OZDEMIR KOL I, KAYGUSUZ K, et al. Evaluation of Low and High Flow Anesthesia Methods’ Effects on Perioperative Hemodynamics, Depth of Anesthesia and Postoperative Recovery in Patients Undergoing Abdominal Surgery. *J Anesth Surg.* 2018;5(1):27–33.
8. Debre Ö, Sarıtaş A, Şentürk Y. Influence of sevoflurane on hemodynamic parameters in low flow anesthesia applied without nitrous oxide. *J Clin Exp Investig.* 2015;5(1):12–7.
9. Genç S, Bozkurt H, Efe H, Şeren T, Koçoğlu H. The comparison of the effects of bispectral index controlled minimal, low and high flow desfluran anesthesia on hemodynamics and recovery in patients undergoing lower abdominal surgery. *Cumhur Med J.* 2016;38:140.
10. Varughese S, Ahmed R. Environmental and Occupational Considerations of Anesthesia: A Narrative Review and Update. *Anesth Analg.* 2021 Oct;133(4):826–35.

Tabel 1 Data demografi sampel

Variabel	Grup		p
	Low Flow (N = 23)	Standard Flow (N = 23)	
Jenis Kelamin	W 43% (10) P 57% (13)	W 30% (7) P 70% (16)	0,359 ^a
Usia [median (IQR), tahun]	2,00 (3,00)	2,00 (3,00)	1,000 ^b
BB [median (IQR), kg]	14,00 (8,00)	14,00 (8,00)	0,352 ^b
Jenis Operasi	Digestif 49% (11) THT 21% (5) Urologi 17% (4) Mata 13% (3)	Digestif 31% (7) THT 31% (7) Urologi 21% (5) Mata 17% (4)	0,688 ^a
ASA	I: 43%(10) II: 57% (13)	I: 47% (11) II: 53% (12)	0,767 ^a
Volume Sevofluran [median (IQR), ml]	35,5 (6)	44,5 (9)	0,000 ^b

^aTest Chi square, p < 0,005 signifikan ^bMann-Whitney, p < 0,005 signifikan

Tabel 2 Variabel hemodinamik sampel pada kedua kelompok

Variabel	Grup		p
	Low Flow (N = 23)	Standard Flow (N = 23)	
Hemodinamik			
MAP T0	71,22 ± 6,78	70,78 ± 8,79	0,852 ^c
HR T0	113,39 ± 14,77	118,65 ± 10,08	0,165 ^c
MAP T1	70,91 ± 6,31	69,78 ± 7,54	0,584 ^c
HR T1	109,78 ± 15,35	116,83 ± 9,81	0,072 ^c
MAP T2	64,57 ± 7,34	63,91 ± 7,45	0,766 ^c
HR T2	107,74 ± 9,27	107,78 ± 13,45	0,990 ^c
MAP T3	70,22 ± 6,39	69,74 ± 6,51	0,803 ^c
HR T3	113,48 ± 14,67	118,70 ± 10,00	0,166 ^c
MAP T4	67,65 ± 6,53	66,70 ± 5,60	0,597 ^c
HR T4	107,83 ± 11,73	111,52 ± 11,10	0,279 ^c
MAP T5	67,04 ± 5,08	65,74 ± 5,77	0,421 ^c

EFEKTIVITAS TEKNIK ANESTESI LOW FLOW
DIBANDINGKAN TEKNIK ANESTESI INHALASI STANDAR
PADA ANAK USIA 1-6 TAHUN..

HR T5	103,09 ± 8,09	103,43 ± 11,78	0,908 ^c
MAP T6	66,78 ± 5,85	66,48 ± 6,28	0,866 ^c
HR T6	109,04 ± 10,48	109,09 ± 9,78	0,988 ^c

^c Tes T Independen, p < 0,05 signifikan

Tabel 3 Variabel perancu sampel pada kedua kelompok

Variabel	Grup		p
	Low Flow (N = 23)	Standard Flow (N = 23)	
T2 [median (IQR), detik]	73 (36)	77 (41)	0,568 ^b
T3 [median (IQR), detik]	209 (127)	201 (112)	0,606 ^b
Durasi operasi [median (IQR), menit]	90 (120)	80 (45)	0,783 ^b
Perdarahan [median (IQR), ml]	15 (10)	15 (20)	0,601 ^b

^b Mann-Whitney, p < 0,05 signifikan