

ANESTESI KETAMIN PADA TERAPI MANIPULASI ZERO POSITION PADA PASIEN FROZEN SHOULDER

Reghita Avrilya^{1*}, Faisal Sommeng², Nuraini Abidin³

Profesi Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Muslim Indonesia^{1,2,3}

*Corresponding Author : reghitaavrilya9@gmail.com

ABSTRAK

Ketamin telah memainkan peran serbaguna dalam pengobatan karena spektrum penggunaannya yang luas dalam sejarah termasuk penggunaan dalam sedasi, katalepsi, analgesia somatik, dan bronkodilatasi. Pendekatan multimodal analgesik non-opioid atau Opioid Free Anesthesia (OFA) ditujukan untuk mengoptimalkan opsi tambahan intraoperatif. Beberapa meta-analisis juga telah melaporkan efek menguntungkan dari anestesi ketamin pada proses sedasi pasien yang menjalani operasi. Namun, Pemberian ketamin dosis subanestesi 0,1-0,5 mg/kg IV merupakan salah satu obat yang dapat menggantikan opioid sebagai analgetik dengan memberikan efek samping minimal. Kami menyajikan kasus seorang laki-laki berusia 49 tahun dengan diagnose medis frozen shoulder, datang dengan keluhan nyeri berat pada bahu kiri yang menyebabkan terganggunya aktifitas sehari-hari. Pasien mendapatkan tindakan manipulasi zero position untuk membantu dalam mengurangi perlengketan pada kapsul sendi bahu dengan anestesi umum menggunakan ketamin dosis rendah 0,3 mg/kgBB IV. Zero position dengan menggunakan induksi ketamin 0,3 mg/kgBB dilakukan dalam waktu 2 menit, tindakan berjalan dengan baik tanpa penyulit dan komplikasi. Kami menyajikan kasus ini untuk menunjukkan bagaimana efektivitas penggunaan ketamin pada pasien frozen shoulder yang diinduksi dengan anestesi umum dapat menyebabkan pengendalian nyeri, efek relaksasi dan fleksibilitas otot, serta peningkatan kualitas hidup pasien.

Kata kunci : *frozen shoulder, ketamin, zero position*

ABSTRACT

Ketamine has played a versatile role in medicine due to its wide spectrum of uses in history including use in sedation, catalepsy, somatic analgesia, and bronchodilation. The multimodal approach of non-opioid analgesics or Opioid Free Anesthesia (OFA) is aimed at optimizing additional intraoperative options. Several meta-analyses have also reported the beneficial effects of ketamine anesthesia on the sedation process of patients undergoing surgery. However, administration of subanesthetic ketamine doses of 0.1-0.5 mg/kg IV is one of the drugs that can replace opioids as an analgesic with minimal side effects. We present a case of a 49-year-old man with a medical diagnosis of frozen shoulder, who came with complaints of severe pain in the left shoulder that interfered with daily activities. The patient received zero position manipulation to help reduce adhesions in the shoulder joint capsule with general anesthesia using low-dose ketamine 0.3 mg/kgBW IV. Zero position using ketamine induction 0.3 mg/kgBW was performed within 2 minutes, the procedure went well without any complications. We present this case to show how the effectiveness of ketamine use in frozen shoulder patients induced with general anesthesia can cause pain control, muscle relaxation and flexibility effects, and improve the patient's quality of life.

Keywords : *frozen shoulder, ketamine, zero position*

PENDAHULUAN

Ketamin umumnya digunakan sebagai analgesik dalam pengobatan darurat dan sebagai obat yang berperan dalam perioperatif. Selain itu, obat ini digunakan sebagai obat tambahan lini ketiga untuk nyeri yang resistan terhadap opioid dalam perawatan paliatif dan untuk nyeri kronis non-kanker yang sulit diatasi. Baru-baru ini, ketamin semakin banyak digunakan untuk mengobati depresi berat dan gangguan suasana hati lainnya (Mion & Villevieille, 2013). Praktik anestesi sangat bergantung pada penggunaan opioid sebelum dan setelah anestesi untuk

menyingkirkan rasa nyeri pasca operasi. Namun operasi yang melibatkan opioid dosis tinggi dapat dikaitkan terhadap peningkatan komplikasi pasca operasi. Sehingga, dalam lingkungan perioperatif dan rawat jalan, para ahli telah mengeksplorasi penggunaan alternatif dengan menggunakan analgesik non-opioid. Sejak tahun 2000-an, protokol anestesi bebas opioid atau Opioid-Free Anesthesia (OFA) telah menyebar ke seluruh dunia dalam praktik anestesi sehari-hari. Protokol ini menghindari penggunaan obat opioid selama anestesi untuk mencegah efek samping opioid jangka pendek dan jangka panjang sambil memastikan kontrol analgesik yang memadai dan mengoptimalkan pemulihan pasca operasi. Pendekatan multimodal analgesik non-opioid atau Opioid-Free Anesthesia (OFA) ditujukan untuk mengoptimalkan opsi tambahan intraoperatif, menggunakan teknik anestesi yang menargetkan sirkuit neuroanatomi yang berbeda dan beberapa mekanisme neurofisiologis. Pendekatan multimodal mencakup kombinasi dari menggabungkan antagonis NMDA, obat anti inflamasi serta agonis alfa-2. Salah satu jenis OFA yang telah diusulkan untuk menggantikan Opioid baik dengan penggunaan tunggal maupun dikombinasikan adalah Ketamin (Bell & Kalso, 2018).

Ketamine memiliki antagonis reseptor N-methyl-D-aspartate reseptor (NMDA) yang terlibat dalam amplifikasi sinyal nyeri, perkembangan sensitisasi sentral, dan toleransi opioid, yang diberikan sebagai obat tambahan pada penatalaksanaan nyeri. Dimana ketamin menghambat atau mengganggu input sensorik ke sistem saraf pusat yang lebih tinggi dari sistem saraf pusat, serta menghambat reseptor NMDA oleh glutamat. Blokade farmakologis reseptor NMDA dapat memperlambat atau mengurangi plastisitas sinaptik, sehingga menyebabkan penurunan intensitas nyeri (Beloeil, 2019). Ketamin mempunyai pengaruh multiple pada sistem saraf pusat yaitu menghambat refleksi polisinaptik di medulla spinalis dan neurotransmitter eksitator di area tertentu di otak. Tidak seperti agen anestesi intravena yang lainnya ketamin berikatan dengan reseptor NMDA dan reseptor non-NMDA: nikotinik, muskarinik, monoaminergik dan reseptor opioid. Ketamin berinteraksi dengan reseptor mu, delta dan kappa opioid yang mengaktifkan sifat analgesiknya di sentral dan spinal. Beberapa efek ketamin yang berkaitan dengan kerjanya pada sistem katekolamin diantaranya adalah aktivitas dopamin. Dimana efek dopaminergik ini berhubungan dengan efek euforia, adiksi dan psikomimetik. reaksi psikotomimetik misalnya delusi dan delirium, serta efek merugikan lainnya seperti mual, muntah dan hipersalivasi (Rianti, dkk., 2024) (Charan, et al., 2018).

Ketamin adalah anestesi disosiatif yang pada dosis tinggi, menyebabkan anestesi umum, dan dosis rendah menyebabkan analgesia dan sedasi. Namun, ketamin dosis tinggi dilaporkan menyebabkan berbagai efek buruk dan harus dihindari. Rute pemberian yang dapat diberikan termasuk intravena, intramuskular, intranasal, subkutan, oral, dan topical. Dosis analgesia dicapai pada 0,2-0,5 mg/kgBB intravena dan diberikan untuk penanganan nyeri akut. Efek analgesia ini lebih nyata pada nyeri somatik dibandingkan nyeri visceral. Efek ketamin ini disebabkan oleh aktivitasnya pada talamus dan sistem limbik yang bertanggung jawab terhadap interpretasi nyeri (Chia, et al., 2020) (Ferraro, et al., 2023). Pada dosis anestesi, ketamin bersifat emetogenik jika dibandingkan dengan propofol atau thiopental. Meski demikian terdapat bukti yang menyebutkan pemberian perioperatif ketamin pada dosis subanestetik 0,3-0,5 mg/kgBB IV mengurangi skor nyeri dan kebutuhan opioid, dimana efek sampingnya ringan bahkan tidak ada, dan menunjukkan efektivitas dalam proses induksi pasien perioperatif (Ferraro, et al., 2023).

Ketamin bekerja untuk mengurangi nyeri perioperatif terutama dengan bertindak sebagai antagonis reseptor N-methyl-D-aspartate (NMDA). Mekanisme ini membantu memblokir transmisi sinyal nyeri di sistem saraf pusat. Ketamin menghambat glutamat, neurotransmitter yang terlibat dalam jalur nyeri rangsang, mengurangi hiperalgesia (peningkatan sensitivitas terhadap rasa sakit) dan sensitisasi sentral, yang dapat berkembang setelah operasi atau cedera

jaringan (Park, et al., 2010) (Pratam, dkk., 2020). Selain itu, ketamin memengaruhi reseptor opioid, Modulasi ini memungkinkan untuk meningkatkan pereda nyeri tanpa risiko depresi pernapasan yang sering dikaitkan dengan analgesik opioid. Ini menjadikannya pilihan yang efektif dalam protokol analgesia multimodal untuk meningkatkan kontrol nyeri sekaligus meminimalkan penggunaan opioid. efek analgesiknya juga terkait dengan interaksi dengan sistem neurotransmitter lainnya, termasuk jalur dopamin dan serotonin, yang dapat membantu memodulasi suasana hati dan ketidaknyamanan, selanjutnya berkontribusi pada pereda nyeri dan pemulihan pasca operasi. hal ini membuat ketamin sangat berguna dalam mengelola nyeri pasca operasi akut dan dalam kondisi dengan elemen nyeri kronis, seperti selama operasi kompleks atau kasus nyeri refrakter (Wiryana, dkk., 2017) (Mion & Villevieille, 2013) (Abdallah, et al., 2016).

Anestesi ketamin berperan penting dalam perioperative karena dapat meredakan nyeri dan merelaksasi otot. tidak hanya digunakan sebagai Pereda nyeri, anestesi ketamin digunakan sebagai anestesi umum untuk menginduksi pasien dan memaksimalkan sedasi dalam proses operasi atau terapi. Anestesi ketamin juga diberikan pada pasien dengan masalah musculoskeletal yang dapat mempengaruhi aktivitas sehari-hari penderitanya. Salah satu gangguan musculoskeletal yang paling sering terjadi di era sekarang yaitu kekakuan otot karena kurangnya mobilisasi aktif. Kekakuan otot ini sering terjadi pada bahu yang dikenal dengan Frozen shoulder atau biasa juga disebut dengan Adhesive Capsulitis (AC), yaitu suatu kondisi nyeri berbahaya pada bahu yang bertahan lebih dari 3 bulan. Kondisi peradangan yang menyebabkan fibrosis kapsul sendi glenohumeral ini disertai dengan kekakuan progresif secara bertahap dan pembatasan rentang gerak yang signifikan (biasanya rotasi eksternal). Namun, pasien mungkin mengalami gejala secara tiba-tiba dan memiliki fase pemulihan yang lambat. Pemulihan memuaskan dalam sebagian besar kasus, meskipun ini mungkin memakan waktu hingga 2 hingga 3 tahun (Amr, 2010) (Sin B, et al., 2015) (Swainson, et al., 2019) (Nichols & Paciullo, 2019).

Pasien yang menderita frozen shoulder biasanya datang dengan nyeri bahu yang timbul secara tiba-tiba. Gejala khasnya terdiri dari pembatasan rentang gerak pasif dan aktif, yang pertama mempengaruhi rotasi eksternal dan kemudian abduksi bahu. Secara umum, tergantung pada stadium dan tingkat keparahannya, kondisi ini dapat sembuh dengan sendirinya, mengganggu aktivitas hidup sehari-hari, dan pekerjaan. Gangguan fungsional yang disebabkan oleh frozen shoulder terdiri dari jangkauan dan gerak yang terbatas, terutama aktivitas yang mengharuskan untuk mengangkat tangan (misalnya, menggantung pakaian atau memakai baju), menggunakan tangan ke samping (misalnya, mencangkang sabuk pengaman) (Murakami, et al., 2016) (Kingston, et al., 2018).

Pada kasus frozen shoulder, salah satu terapi yang sering diberikan yaitu manipulasi zero position. Manipulasi zero position dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan perlengketan pada kapsul sendi bahu. Tujuan dari terapi ini untuk mengembalikan keterbatasan mobilisasi dan aktivitas sehari-hari penderita akibat perlengketan dari kapsul sendi bahu. Tindakan Manipulasi zero position merupakan tindakan yang singkat dengan nyeri yang hebat, sehingga harus menggunakan analgesia yang kuat dengan durasi singkat, dalam hal ini yang digunakan ketamin sebagai *agent* anestesi. Ketamin, sebagai obat bius, memberikan efek analgesia (peredam nyeri) yang signifikan dengan bertindak sebagai antagonis reseptor NMDA. Dalam kasus frozen shoulder, nyeri sering kali menghambat mobilisasi penuh dan efektivitas pengobatan. Sehingga dengan pemberian ketamin dosis rendah, khususnya dengan anestesi umum, nyeri dapat dikontrol dengan lebih efektif, dan memungkinkan penanganan yang lebih baik selama manipulasi zero position. Dalam teknik ini, bahu diposisikan dalam keadaan netral dengan tegangan rendah untuk memudahkan pelepasan perlengketan pada kapsul sendi (Charan, et al., 2018) (Hubbard, et al., 2018) (Murakami, et al., 2018). Penggunaan ketamin sebagai anestesi pada pasien yang menjalani teknik zero position untuk frozen shoulder

membantu mengendalikan rasa sakit dan merelaksasi otot, sehingga memudahkan pelepasan adhesi yang menyebabkan nyeri. Dan yang menyebabkan kekakuan. Hal ini dapat meningkatkan efektivitas terapi manual dan berkontribusi terhadap pemulihan yang lebih cepat dan hasil yang lebih baik terhadap kualitas hidup pasien.

LAPORAN KASUS

Seorang laki-laki berusia 49 tahun datang ke UGD RS X dengan keluhan nyeri pada bahu kiri yang dirasakan sejak 2 bulan yang lalu, nyeri dirasakan pada saat menggerakkan tangan kiri dan saat melakukan aktivitas sehari-hari. Keluhan tersebut dirasakan memberat sejak 1 hari yang lalu. Pasien merasa nyerinya berkurang ketika pasien mengistirahatkan tangannya saat tertidur. Pasien menyangkal adanya keluhan lain. Pasien tersebut memiliki kebiasaan bekerja menggunakan komputer dengan mengetik hanya menggunakan tangan kanan saja. Pada pemeriksaan tanda-tanda vital didapatkan pasien dalam sakit sedang, tekanan darah 118/70 mmHG (dalam batas normal <120/80), nadi 85 kali per menit (dalam batas normal 60-100 kali per menit), suhu 36,7 °C (dalam batas normal 36,1-37,2°C), saturasi oksigen atau SpO₂ 99% (dalam batas normal >95%), dan pernapasan 22 kali per menit (dalam batas normal 16-20 kali per menit).

Pada pemeriksaan fisik saat dilakukan palpasi pada bahu kiri pasien mengeluhkan nyeri saat disentuh atau ditekan. Pada penilaian Range of Motion gerakan aktif, pasien diminta menggerakkan bahunya ke segala arah tetapi pasien tidak dapat melakukan gerakan abduksi, rotasi eksternal, elevasi, dan terjadi penurunan gerakan aktif. Pada penilaian Range of Motion gerakan pasif, saat menggerakkan bahu pasien. Pasien tetap mengeluhkan nyeri. Pada pemeriksaan *apley scratch*, pasien diminta untuk menyentuh punggung atas atau bawah tetapi pasien tidak dapat menyentuh punggung atas maupun bawah. Pemeriksaan sensorik dalam batas normal, bab dan bak normal. Berdasarkan anamnesis terdapat serta pemeriksaan fisik yang dilakukan, pasien tersebut didiagnosis Frozen shoulder dengan etiologi perlekatan kapsul pada bahu. Sehingga dokter memberikan tatalaksana yaitu Manipulasi *Zero Position* untuk melepaskan perlekatan kapsul. *Zero position* dilakukan di kamar operasi dengan tindakan anestesi.

Pada saat masuk ke ruang operasi, pasien sudah terpasang akses IVFD NaCl 0.9% 20 tpm. Pasien posisi supine terpasang monitor tanda vital TD : 110/79, Pernapasan 19x per menit, saturasi 98% dan diberikan IVFD NaCl 0.9% 20 tetes per menit (tpm), serta premedikasi dexamethasone 10 mg/iv, ondansetron 4 mg/iv, co-induction dengan midazolam dengan dosis 0,1 mg/KgBB, fentanyl 1 mcg/kgBB, suplementasi oksigen dengan nasal kanul 2 lpm. Lalu diinduksi dengan anestesi ketamin 0,3 mg/kgBB, kemudian dilakukan *zero position* sampai dengan terdengar bunyi kapsul yang terlepas, lalu dilakukan pergerakan sendi bahu dalam pengawasan. Operasi selesai tanpa penyulit dan komplikasi, pasien tanda vital stabil, kemudian diobservasi di *recovery room*. Pasca Operatif, pasien dievaluasi 1 hingga 3 jam pasca pembiusan, kondisi pasien relatif stabil tanpa adanya keluhan dan status hemodinamik dalam kondisi stabil.

PEMBAHASAN

Pasien laki-laki umur 49 tahun berdasarkan keluhan utama yang disampaikan beserta anamnesis terdapat serta pemeriksaan fisik yang dilakukan, maka pasien tersebut didiagnosis Frozen shoulder dengan etiologi perlekatan kapsul pada bahu dan pada tatalaksananya dilakukan Manipulasi *Zero Position* dengan anestesi ketamin 0,3 mg/kgBB. Ketamin memiliki analgesia yang bagus dan tidak memiliki efek samping jika diberikan dengan dosis rendah dan sesuai dosis yang dibutuhkan pasien. Ketamin adalah obat yang disetujui oleh Badan Pengawas

Obat dan Makanan Amerika Serikat (FDA) untuk digunakan sebagai anestesi umum baik sendiri atau dikombinasikan dengan obat lain. Obat ini sangat efektif untuk prosedur medis singkat yang tidak memerlukan relaksasi otot rangka dan dapat digunakan sebagai pra-anestesi untuk induksi anestesi umum bila dikombinasikan dengan agen anestesi umum lainnya. Selain itu, ketamin disetujui FDA untuk meningkatkan efek zat berpotensi rendah seperti dinitrogen oksida (Bell & Kalso, 2018) (Beloeil, 2019) (Sin, et al., 2015) (Nichols & Paciullo, 2019).

Ketamin sangat efektif untuk prosedur medis singkat yang tidak memerlukan relaksasi otot rangka dan dapat digunakan sebagai pra-anestesi untuk induksi anestesi umum bila dikombinasikan dengan agen anestesi umum lainnya. Selain itu, ketamin disetujui FDA untuk meningkatkan efek zat berpotensi rendah seperti dinitrogen oksida (Beloeil, 2019). Ketamin digunakan dalam keadaan darurat untuk memberikan sedasi prosedural jangka pendek dan intubasi berurutan cepat. Pedoman Society of Critical Care Medicine mengakui ketamin sebagai obat yang efektif untuk intubasi urutan cepat. Obat ini lebih disukai untuk pasien dengan bronkospasme karena sifat bronkodilatornya. Ketamine digunakan untuk prosedur yang memerlukan sedasi atau anestesi jangka pendek dan dapat digunakan dengan aman pada rentang usia yang luas, mulai dari 3 bulan. Anak-anak memetabolisme ketamin lebih cepat dibandingkan orang dewasa, sehingga diperlukan dosis yang lebih tinggi. Namun, pasien yang lebih tua memiliki metabolisme yang lambat dan memerlukan dosis yang lebih rendah (Robson, et al., 2012) (Bylund, et al., 2017) (Valadkhani, et al., 2016).

Banyak bukti yang menunjukkan manfaat ketamin dalam mengobati nyeri parah, termasuk kondisi seperti trauma, patah tulang, nyeri perut dan panggul, nyeri punggung bawah, dan nyeri ekstremitas. Selain aplikasi anestesi, ketamin terbukti sangat berharga dalam manajemen nyeri, mengatasi depresi yang resistan terhadap pengobatan, mengelola ide bunuh diri, dan mengobati status epileptikus refrakter, dengan indikasi spesifik yang menunggu persetujuan FDA. Ketika digunakan untuk manajemen nyeri, dosis sub-disosiatif, atau dikenal sebagai ketamin dosis rendah (LDK), digunakan sendiri atau sebagai tambahan terhadap obat pereda nyeri lainnya. Aman dan efektif untuk digunakan dalam kombinasi dengan obat nyeri nonsteroid suntik serta opioid. Seiring dengan meningkatnya kekhawatiran mengenai penggunaan opioid, hal ini kini semakin diterima secara luas. Fleksibilitas ini menjadikan ketamin berharga dalam anestesi dan manajemen nyeri (Le, et al., 2022) (Vari, et al., 2022) (Warner & Smischney, 2018).

Kontraindikasi penggunaan ketamin adalah pada pasien dengan trauma kepala, tumor otak, atau kondisi yang menyebabkan peningkatan TIK, pasien dengan hipertensi yang tidak terkontrol, penyakit arteri koroner, atau gagal jantung berat, pasien dengan glaukoma, pasien dengan disfungsi hati parah atau sirosis, Pasien yang diketahui memiliki alergi atau hipersensitivitas terhadap ketamin, dan wanita hamil (Bell & Kalso, 2018) (Kingston, et al., 2018). Ketamin adalah anestesi disosiatif nonbarbiturate. Sebagai turunan sikloheksanon, obat ini bekerja dengan cepat dan menghasilkan anestesi dan analgesia yang mendalam. Nama kimianya adalah \pm)-2-(o-klorofenil)-2-(metilamino) sikloheksanon hidroklorida; rumus strukturnya adalah CHCINO. Ketamin adalah *N*-metil-D-aspartat (NMDA) nonkompetitif dan antagonis reseptor glutamat yang menghambat reseptor HCN1. Tindakan disosiatif yang unik dan agonis parsial reseptor mu opiat memungkinkan prosedur nyeri dalam keadaan sedasi dan kenyamanan yang konsisten (Bell & Kalso, 2018) (Chia, et al., 2020) (Sin, et al., 2015).

Kemanjuran ketamin dalam nyeri kronis sebagai antidepresan jauh melebihi konsentrasi obat sebenarnya dan mungkin dimediasi oleh peningkatan sekunder dalam konektivitas sinaptik struktural yang dimediasi oleh respons saraf terhadap "keadaan hiper-glutamatergik" yang diinduksi ketamin. Reseptor *N*-metil-D-aspartat (NMDA) memiliki peran penting dalam etiologi depresi. Ketamine, melalui aksi antagonis NMDA-nya, bekerja cepat dalam mengendalikan gejala depresi dan keinginan bunuh diri akut. Ketamin dapat meningkatkan kadar glutamat di otak, merangsang sinaptogenesis, dan meningkatkan kadar faktor

neurotropik yang diturunkan dari otak (BDNF). Ketamin dapat berinteraksi dengan reseptor sigma. Ia bekerja dengan mengurangi sensitisasi sentral, fenomena wind-up (perkembangan nyeri yang berkelanjutan, memburuk, atau kronis), dan memori nyeri. Sistem kolinergik, monoaminergik, dan opioid tampaknya memainkan fungsi modulasi positif dan negatif baik dalam analgesia maupun sedasi. Ketamin membalikkan toleransi terhadap opioid (Ferraro, et al., 2023) (Pratama, dkk., 2020) (Vari, et al., 2022).

Ketamin umumnya mempertahankan refleks faring dan laring normal serta memungkinkan pernapasan spontan. Ini meningkatkan atau mempertahankan tonus otot rangka yang normal dan berhubungan dengan stimulasi kardiovaskular dan pernafasan. Karakteristik ini membuatnya sangat berguna di unit gawat darurat untuk prosedur jangka pendek, terutama jika pasien tidak siap untuk menghadapinya. prosedur darurat. Karena tidak ada jaminan terpeliharanya refleks faring dan laring, maka tidak ada asumsi perlindungan saluran napas. Selain itu, depresi pernafasan minimal sementara mungkin terjadi jika obat diberikan terlalu cepat atau dengan dosis yang terlalu tinggi. Oleh karena itu, dokter harus siap melakukan intubasi darurat (Robson, et al., 2012) (Bylund, et al., 2017).

Penyerapan Ketamin yang diberikan secara IV menunjukkan permulaan kerja yang cepat, mencapai konsentrasi plasma puncak dengan cepat. Rute pemberian IM memberikan bioavailabilitas yang tinggi sebesar 93% dan menghasilkan kadar plasma puncak dalam waktu 5 hingga 30 menit. Namun, ketamin oral memiliki bioavailabilitas yang jauh lebih rendah, yaitu sekitar 16% hingga 29% karena metabolisme lintas pertama yang ekstensif di hati. Sebaliknya, pemberian ketamin intranasal dan intrarektal menunjukkan bioavailabilitas yang lebih baik, masing-masing sebesar 45% hingga 50% dan 25% hingga 30%. Ketamin terutama dimetabolisme oleh enzim CYP3A4 dan, kedua, enzim CYP2B6 dan CYP2C9. Ia mengalami N -dealkilasi, hidroksilasi, konjugasi, dan dehidrasi. Distribusi: Ketamine dengan cepat memasuki otak. Ia memiliki pengikatan protein plasma dari 10% hingga 50%. Volume distribusi pada kondisi tunak adalah 3 hingga 5 L/kg (Wiryana, dkk., 2017) (Mion & Villevieille, 2013) (Abdallah, et al., 2016).

Ketamin telah terbukti efektif sebagai analgesik preoperasi dalam mengatasi nyeri dan ketegangan otot pada pasien yang menjalani manipulasi zero position untuk frozen shoulder. dengan sifat analgesiknya yang manjur, khususnya sebagai pilihan non-opioid pada kondisi praoperasi. Pada pasien yang menjalani manipulasi zero position, ketamin membantu mengendalikan nyeri sebelum operasi, sehingga mengurangi kebutuhan akan opioid dosis tinggi atau obat pereda nyeri lainnya yang mungkin menimbulkan efek samping yang signifikan. Hal ini sangat bermanfaat bagi pasien dengan frozen shoulder, dimana rasa sakitnya bisa sangat hebat dan membatasi efektivitas terapi manual seperti teknik manipulasi zero position ini (Nichols & Paciullo, 2019) (Cho, et al., 2018) (Wu, et al., 2018)

KESIMPULAN

Ketamin merupakan obat anestesi umum yang sangat dianjurkan pada tindakan operasi yang singkat karena dosis yang tidak diulangi, durasi yang singkat, sehingga efek sampingnya tidak ada, dan kualitas hidup pasien yang lebih baik. Ketamin subdose pada tindakan manipulasi yang singkat, memiliki efek samping yang sangat kecil, karena dosis yang diberikan juga sedikit. Oleh karena itu ketamin subdose dianjurkan untuk digunakan pada pasien yang akan menjalani tindakan operative.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih dan memberikan penghargaan setinggi-tingginya secara tulus dan ikhlas kepada seluruh civitas akademika Universitas Muslim Indonesia yang telah

mendukung penuh terselesaikannya artikel ini. Sebagai manusia biasa penulis menyadari sepenuhnya akan keterbatasan baik dalam penguasaan ilmu maupun pengalaman penelitian sehingga penulisan artikel ini masih jauh dari kesempurnaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdallah, C. G., Adams, T. G., Kelmendi, B., Esterlis, I., Sanacora, G., & Krystal, J. H. (2016). Ketamine's mechanism of action: a path to rapid-acting antidepressants. *Depression and anxiety*, 33(8), 689-697.
- Amr, Y. M. (2010). Multi-day low dose ketamine infusion as adjuvant to oral gabapentin in spinal cord injury related chronic pain: a prospective, randomized, double blind trial. *Pain Physician*, 13(3), 245.
- Bell, R. F., & Kalso, E. A. (2018). Ketamine for pain management. *Pain reports*, 3(5), e674.
- Beloeil, H. (2019). Opioid-Free Anaesthesia: The Need For Evidence-Based Proofs. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2019.05.002>
- BinKharfi, M., & AlSaghe, A. (2019). BET 2: Safety and efficacy of low-dose ketamine versus opioids for acute pain management in the ED. *Emergency Medicine Journal*, 36(2), 128-129.
- Bylund, W., Delahanty, L., & Cooper, M. (2017). The case of ketamine allergy. *Clinical Practice and Cases in Emergency Medicine*, 1(4), 323.
- Charan, S. D., Khilji, M. Y., Jain, R., Devra, V., & Saxena, M. (2018). Inhalation of ketamine in different doses to decrease the severity of postoperative sore throat in surgeries under general anesthesia patients. *Anesthesia Essays and Researches*, 12(3), 625-629.
- Chia, P. A., Cannesson, M., & Bui, C. C. M. (2020). Opioid free anesthesia: feasible?. *Current Opinion in Anesthesiology*, 33(4), 512-517.
- Cho, C. H., Song, K. S., Kim, B. S., Kim, D. H., & Lho, Y. M. (2018). Biological aspect of pathophysiology for frozen shoulder. *BioMed Research International*, 2018(1), 7274517.
- Efek Ketamin pada Hiperalgesia yang Diinduksi Opioid Tersedia daring: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT00833755>
- Ferraro, M. C., Cashin, A. G., O'Connell, N. E., Visser, E. J., Shaheed, C. A., Wewege, M. A., ... & McAuley, J. H. (2023). Ketamine and other NMDA receptor antagonists for chronic pain. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2023(2).
- Hubbard, M. J., Hildebrand, B. A., Battafarano, M. M., & Battafarano, D. F. (2018). Common soft tissue musculoskeletal pain disorders. *Primary Care: Clinics in Office Practice*, 45(2), 289-303.
- Kingston, K., Curry, E. J., Galvin, J. W., & Li, X. (2018). Shoulder adhesive capsulitis: epidemiology and predictors of surgery. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 27(8), 1437-1443.
- Le, T. T., Cordero, I. P., Jawad, M. Y., Swainson, J., Di Vincenzo, J. D., Jaber, S., ... & McIntyre, R. S. (2022). The abuse liability of ketamine: a scoping review of preclinical and clinical studies. *Journal of psychiatric research*, 151, 476-496.
- Mion, G., & Villevieille, T. (2013). Ketamine pharmacology: an update (pharmacodynamics and molecular aspects, recent findings). *CNS neuroscience & therapeutics*, 19(6), 370-380.
- Murakami, A. M., Kempel, A. J., Engebretsen, L., Li, X., Forster, B. B., Crema, M. D., ... & Guermazi, A. (2018). The epidemiology of MRI detected shoulder injuries in athletes participating in the Rio de Janeiro 2016 Summer Olympics. *BMC musculoskeletal disorders*, 19, 1-7.
- Nichols, K. A., & Paciullo, C. A. (2019). Subdissociative ketamine use in the emergency department. *Advanced Emergency Nursing Journal*, 41(1), 15-22.

- Park, S. Y., Kim, S. H., Noh, J. I., Lee, S. M., Kim, M. G., Kim, S. H., ... & Im Kim, S. (2010). The effect of intravenous low dose ketamine for reducing postoperative sore throat. *Korean Journal of Anesthesiology*, 59(1), 22-26.
- Pratama, A., Pradian, E., & Erlangga, M. E. (2020). Perbandingan Efek Fentanil dengan Ketamin terhadap Skor Pemulihan Pascaanestesi Umum Diukur dengan QoR-40 serta Perubahan Tekanan Darah dan Nadi pada Operasi Odontektomi. *Jurnal Anestesi Perioperatif*, 8(3), 149-157.
- Rianti, R., Dwimartyono, F., & Abadi, M. N. (2024). Case Report: Efek Penggunaan Low Dose Ketamin 0, 5 Mg IV Terhadap Terhadap Kejadian Post And Ponv Paska Insersi Lma. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5(3), 6078-6088.
- Robson, M. J., Elliott, M., Seminerio, M. J., & Matsumoto, R. R. (2012). Evaluation of sigma (σ) receptors in the antidepressant-like effects of ketamine in vitro and in vivo. *European Neuropsychopharmacology*, 22(4), 308-317.
- Sin, B., Ternas, T., & Motov, S. M. (2015). The use of subdissociative-dose ketamine for acute pain in the emergency department. *Academic Emergency Medicine*, 22(3), 251-257.
- Swainson, J., Thomas, R. K., Archer, S., Chrenek, C., MacKay, M. A., Baker, G., ... & Demas, M. L. (2019). Esketamine for treatment resistant depression. *Expert review of neurotherapeutics*, 19(10), 899-911.
- Valadkhani, S., Radmard, F., Saeedi, M., & Farnia, M. R. (2016). Acute angioedema in a patient who received ketamine and succinylcholine: A case report. *Chinese Medical Journal*, 129(18), 2264-2264.
- Varì, M. R., Ricci, G., Cavallo, M., Pichini, S., Sirignano, A., & Graziano, S. (2022). Ketamine: from prescription anaesthetic to a new psychoactive substance. *Current Pharmaceutical Design*, 28(15), 1213-1220.
- Warner, L. L., & Smischney, N. (2018). Special K with no license to kill: accidental ketamine overdose on induction of general anesthesia. *The American Journal of Case Reports*, 19, 10.
- Wirjana, M., Sinardja, I. K., Budiart, I. G., Senapathi, T. G. A., Widnyana, M., Aryabiantara, I. W., Agung Gede Utara Hartawan, I. G., Parami, P., Novita Pradnyani, N. P., & Pradhana, A. P. (2017). Low Dose Ketamin. *Bali Journal Of Anesthesiology*, 1(1), 13–19. <https://doi.org/10.15562/Bjoa.V1i1.4>
- Wu, F., Kachooei, A. R., Ebrahimzadeh, M. H., Bagheri, F., Hakimi, E., Shojaie, B., & Nazarian, A. (2018). Bilateral Arm-Abduction Shoulder Radiography to Determine the Involvement of the Scapulothoracic Motion in Frozen Shoulder. *Archives of Bone and Joint Surgery*, 6(3), 225.
- Xiao, R. C., DeAngelis, J. P., Smith, C. C., & Ramappa, A. J. (2017). Evaluating Nonoperative Treatments for Adhesive Capsulitis. *Journal of Surgical Orthopaedic Advances*, 26(4), 193-199.