

## ***Percutaneous Balloon Compression: sebagai Alternatif Pengobatan Neuralgia Trigeminal– Literatur Review***

**Rizki Ary Dwiandika<sup>1\*</sup>, Hanum Retno Hanifah<sup>2</sup>, I Nyoman Yudayana Indratama<sup>3</sup>, I Putu Aryana Kusuma Putra<sup>4</sup>, Novanda Ayu Dila Putri Pambudi<sup>5</sup>, Padmi Kartika Sari<sup>6</sup>, Siti Raodatul Jannah Tunairin<sup>7</sup>, Baiq Sagita Puspasari<sup>8</sup>, Baiq Sheila Okthalia Hakim<sup>9</sup>, Baiq Suyatmin Rahma<sup>10</sup>**

Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia<sup>1,2,3,4,5,6,7,8,9,10</sup>

\*Corresponding Author : rizkyari426@gmail.com

### **ABSTRAK**

Neuralgia trigeminal merupakan nyeri neuropati kronik yang ditandai oleh serangan nyeri wajah hebat unilateral sesuai distribusi saraf trigeminus dan berdampak signifikan terhadap kualitas hidup penderita. Terapi lini pertama berupa farmakologis sering kali tidak memberikan hasil optimal akibat resistansi atau intoleransi obat sehingga, diperlukan alternatif tatalaksana bedah. *Percutaneous Balloon Compression* (PBC) merupakan salah satu teknik alternatif bedah yang bersifat minimal invasif dan banyak digunakan pada pasien yang tidak memenuhi kriteria untuk tindakan bedah terbuka. Artikel ini merupakan tinjauan naratif berbasis literatur yang menelaah artikel nasional dan internasional terkait penggunaan PBC pada neuralgia trigeminal. Pencarian literatur dilakukan melalui basis data *PubMed*, *Scopus*, dan *Google Scholar* dengan kata kunci “Trigeminal Neuralgia”, “*Percutaneous Balloon Compression*”, dan “*Efficacy*”. Artikel yang disertakan dipublikasikan dalam rentang tahun 2015–2025 dan dianalisis secara deskriptif. Hasil telaah menunjukkan bahwa efektivitas awal PBC dalam memberikan pereda nyeri pascaoperasi berkisar antara 80–100%. Dengan tingkat kekambuhan yang beragam antar studi, berkisar antara 15–64%. Komplikasi pascatindakan umumnya bersifat ringan dan sementara, dengan keluhan tersering berupa baal wajah, kelemahan otot pengunyahan, dan gangguan sensorik ringan. Faktor yang memengaruhi efektivitas dan luaran PBC meliputi waktu kompresi, volume dan bentuk balon, serta karakteristik pasien. PBC merupakan alternatif tatalaksana yang efektif dan relatif aman untuk neuralgia trigeminal, khususnya pada pasien usia lanjut atau pasien dengan risiko tinggi terhadap prosedur bedah invasif.

**Kata kunci:** , efektivitas, neuralgia trigeminal, patofisiologi, *percutaneous balloon compression*

### **ABSTRACT**

*Trigeminal neuralgia is a chronic neuropathic pain disorder characterized by severe unilateral facial pain along the distribution of the trigeminal nerve and significantly impairs patients' quality of life. Firstline pharmacological therapy often fails to achieve adequate pain control due to drug resistance or intolerance, thereby necessitating alternative surgical approaches. Percutaneous Balloon Compression (PBC) is a minimally invasive surgical technique that is widely used, particularly in patients who are not suitable candidates for open surgery. This narrative literature review analyzes national and international studies on the use of PBC in trigeminal neuralgia, identified through PubMed, Scopus, and Google Scholar databases using the keywords “Trigeminal Neuralgia,” “Percutaneous Balloon Compression,” and “Efficacy,” with publications from 2015 to 2025 analyzed descriptively. The reviewed literature indicates that the initial effectiveness of PBC in achieving postoperative pain relief ranges from 80% to 100%, with recurrence rates varying widely between studies (15–64%). Postoperative complications are generally mild and transient, most commonly including facial numbness, masticatory muscle weakness, and mild sensory disturbances. Factors influencing the effectiveness and outcomes of PBC include compression time, balloon volume and shape, as well as patient related characteristics. Overall, Percutaneous Balloon Compression represents an effective and relatively safe alternative treatment for trigeminal neuralgia, particularly in elderly patients or those at high risk for invasive surgical procedures.*

**Keywords:** *effectiveness, pathophysiology, percutaneous balloon compression, trigeminal neuralgia*

## PENDAHULUAN

Neuralgia trigeminal merupakan nyeri neuropatik yang umum dan terutama bermanifestasi sebagai nyeri unilateral pada area distribusi cabang *nervus trigeminus*. Pada tahap awal penyakit, nyeri dapat berlangsung beberapa detik hingga dua menit, namun seiring progresivitas penyakit dapat berkembang menjadi nyeri wajah yang lebih persisten (Xia *et al.*, 2022). Nyeri biasanya dipicu oleh rangsangan ringan atau aktivitas sehari-hari seperti berbicara, mengunyah, atau menyentuh wajah, dengan onset dan terminasi yang mendadak serta intensitas yang sangat berat (De Córdoba *et al.*, 2015; Wu *et al.*, 2024). Diagnosis awal terutama didasarkan pada karakteristik nyeri yang khas, yaitu serangan nyeri yang singkat, intens, dan dipicu oleh stimulus yang tidak berbahaya (Wu *et al.*, 2024).

Neuralgia trigeminal dikenal sebagai salah satu nyeri paling berat yang dapat dialami manusia (De Córdoba *et al.*, 2015). Secara epidemiologis, neuralgia trigeminal lebih sering ditemukan pada perempuan, pasien dengan hipertensi, serta individu berusia di atas 50 tahun (Sepviyanti Sumardi *et al.*, 2017). Insidensi neuralgia trigeminal dilaporkan bervariasi, berkisar antara 4–13 kasus per 100.000 populasi per tahun, dengan prevalensi yang lebih tinggi pada perempuan dibandingkan laki-laki (Wu *et al.*, 2024; Radoš, 2022). Beberapa studi menunjukkan bahwa angka kejadian meningkat seiring bertambahnya usia, dengan puncak insidensi pada dekade kelima hingga ketujuh kehidupan, dan sebagian besar kasus dimulai setelah usia 40 tahun (Radoš, 2022; Cecchi *et al.*, 2020). Prevalensi seumur hidup neuralgia trigeminal dilaporkan berkisar antara 0,16–0,3%, dengan rata-rata usia onset pada dewasa sekitar 53–57 tahun (Wu *et al.*, 2023).

*Nervus trigeminus* merupakan saraf kranial terbesar dengan wilayah distribusi sensorik yang luas pada wajah. Saraf ini berasal dari batang otak dan dapat dibagi menjadi empat segmen, yaitu segmen batang otak, cisternal, *Meckel's cave*, dan ekstrakranial. Inti *nervus trigeminus* terletak di batang otak, dan akarnya keluar dari pons, melintasi cisterna prepontine, kemudian memasuki *Meckel's cave* (Gunes *et al.*, 2018). Di *Meckel's cave*, ganglion trigeminal membentuk tiga cabang perifer utama, yaitu *nervus ophthalmicus* (V1), maxillaris (V2), dan mandibularis (V3). Cabang V1 dan V2 berjalan di dalam sinus kavernosus, di mana V1 memasuki orbita melalui fissura orbita superior dan V2 menuju fossa pterigopalatina melalui foramen rotundum. Cabang V3 keluar dari *Meckel's cave* melalui foramen ovale dan bergabung dengan akar motorik menuju fossa infratemporal (Gunes *et al.*, 2018). Selanjutnya, *nervus trigeminus* menyebar dari *trigeminal cave* di fossa kranii media menuju cisterna cerebellopontine di fossa posterior melalui porus trigeminus (Bernard, Mercier, & Sindou, 2019).

Patofisiologi neuralgia trigeminal melibatkan mekanisme yang kompleks dan belum sepenuhnya dipahami. *International Headache Society* mengklasifikasikan neuralgia trigeminal menjadi tiga jenis, yaitu neuralgia trigeminal klasik akibat konflik neurovaskular dengan perubahan morfologis, neuralgia trigeminal sekunder akibat penyakit lain seperti tumor atau *multiple sclerosis*, serta neuralgia trigeminal idiopatik tanpa adanya konflik neurovaskular yang jelas (Johannes Herta *et al.*, 2025). Berdasarkan pengamatan klinis, kondisi ini umumnya disebabkan oleh adanya penekanan pada *nervus trigeminus*, baik oleh pembuluh darah maupun oleh lesi lain seperti tumor di batang otak. Tekanan lokal pada saraf trigeminus dapat menyebabkan demielinisasi, yang selanjutnya menimbulkan depolarisasi abnormal dan impuls ektopik yang berperan dalam timbulnya nyeri paroksismal (Radoš, 2022).

Terapi lini pertama umumnya menggunakan penghambat kanal natrium, seperti karbamazepin, yang dapat dikombinasikan dengan obat antikonvulsan lain bila diperlukan (De Córdoba *et al.*, 2015; Johannes Herta *et al.*, 2025). Meskipun demikian, penggunaan obat-obatan sering menimbulkan efek samping, seperti mengantuk, pusing, dan ruam kulit. Selain itu, banyak pasien tidak mampu mencapai dosis terapeutik yang optimal atau mengalami resistensi obat, sehingga sekitar setengah dari pasien akhirnya memerlukan tindakan pembedahan untuk mengendalikan nyeri (De Córdoba *et al.*, 2015; Wu

*et al.*, 2023). Apabila terapi medikamentosa gagal atau tidak ditoleransi, berbagai tindakan bedah dapat dipertimbangkan. *Microvascular decompression* (MVD) merupakan pilihan utama pada pasien dengan neuralgia trigeminal klasik dan idiopatik. Namun, MVD memiliki risiko mortalitas perioperatif dan morbiditas serius yang lebih tinggi dibandingkan dengan prosedur perkutan, serta membutuhkan teknik bedah yang kompleks pada fossa kranialis posterior (De Córdoba *et al.*, 2015; Wu *et al.*, 2023).

Mengingat keterbatasan terapi medikamentosa serta risiko dan kompleksitas tindakan bedah invasif pada neuralgia trigeminal, literatur review ini disusun untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai *Percutaneous Balloon Compression* (PBC) sebagai alternatif pengobatan neuralgia trigeminal. Artikel ini diharapkan dapat memperjelas peran PBC dalam algoritma penatalaksanaan neuralgia trigeminal, khususnya pada pasien yang tidak responsif atau tidak toleran terhadap terapi farmakologis maupun *microvascular decompression*. Tujuan penulisan ini adalah menelaah secara sistematis literatur terkait PBC guna memperoleh pemahaman yang menyeluruh mengenai efektivitas dan keamanannya sebagai pilihan terapi pada neuralgia trigeminal.

## METODE

Jenis penelitian ini adalah tinjauan naratif berbasis literatur. Desain penelitian menggunakan *literature review* dengan menelaah artikel-artikel internasional dan nasional yang relevan. Populasi penelitian adalah publikasi ilmiah yang membahas Neuralgia Trigeminal dan *Percutaneous Balloon Compression*, sedangkan sampel berupa artikel yang diperoleh melalui pencarian pada database *PubMed*, *Scopus*, dan *Google Scholar* dalam rentang tahun 2015–2025. Lokasi penelitian dilaksanakan secara daring melalui basis data elektronik, dengan waktu telaah literatur dilakukan pada tahun 2025. Instrumen penelitian berupa kata kunci pencarian “Trigeminal Neuralgia”, “*Percutaneous Balloon Compression*”, dan “*Efficacy*”. Analisis data dilakukan secara deskriptif untuk mengidentifikasi efektivitas *Percutaneous Balloon Compression* sebagai strategi tatalaksana alternatif pada Trigeminal Neuralgia.

## HASIL

### ***Percutaneous Balloon Compression Treatment***

*Percutaneous Balloon Compression* (PBC) merupakan suatu teknik ataupun cara dalam penanganan neuralgia trigeminal yang ditemukan pada tahun 1983. Pada dasarnya, teknik ini bekerja dengan menggunakan jarum puntur, lalu meletakkan balon pada area *Meckel's cave* (MC). *Meckel's cave* atau gua trigeminal adalah kantong di bagian posteromedial fossa kranial tengah sebagai tempat dilalui saraf trigeminal antara sisterna prepontine dan sinus kavernosus juga menampung ganglion gasserian dan akar proksimal saraf trigeminal (Malhotra *et al.*, 2018). Balon tersebut akan diisi hingga berbentuk seperti buah pir. Balon yang sudah diletakkan di *Meckel's cave* akan mengompresi *nervus trigeminal* pada waktu yang cukup singkat. Efek pereda nyeri yang diberikan oleh PBC bersifat signifikan dan terkadang dikaitkan dengan pereda nyeri yang bersifat tahan lama. Dibandingkan dengan terapi lainnya, secara umum prosedur dari terapi PBC cukup sederhana dengan waktu pelaksanaan yang cukup singkat, luka bedah yang kecil, dan operasi yang dapat dilakukan berulang kali. Komplikasi pascaoperasi dari PBC tidak akan berpengaruh besar pada kehidupan sehari-hari dari pasien yang melakukan treatment ini (Xia *et al.*, 2022). PBC merupakan salah satu cara alternatif dalam melakukan rhizotomi perkutan pada area *nervus trigeminus*. Teknik ini dilakukan dalam kondisi pasien dengan anestesi umum. Cara pemasangan balon adalah dengan memasukkan jarum yang besar untuk memungkinkan kateter khusus memasuki ganglion gasserian yang dilengkapi dengan balon tiup. Balon

tersebut akan bekerja dengan menekan area *nervus trigeminus* dan sedikit melukai *nervus trigeminus* dan ganglion gasserian secara mekanis. Pada *microcompression* dari ganglion gasserian *nervus trigeminus* ditekan oleh balon kecil yang dimasukkan secara perkutan ke dalam rongga Meckel dengan menggunakan jarum. Teknik ini memberikan efek yang bergantung pada dampak iskemik dari sel ganglion. PBC ini sangat efektif dalam meredakan nyeri yang mengenai wajah bagian atas dikarenakan kecilnya kemungkinan untuk hilangnya sensasi yang dialami kornea pada bagian mata. Walaupun begitu, banyak pasien yang mengeluhkan mengalami kelemahan sementara dalam mengunyah setelah melakukan PBC (Radoš, 2022). Inti dari teknik PBC yaitu dengan menyerang area serabut kasar bermielin yang menghantarkan sensasi sentuhan secara selektif melalui tekanan dari balon bersamaan dengan mempertahankan serabut halus tak bermielin yang berfungsi dalam menghantarkan sensasi nyeri. Teknik ini berbeda dengan teknik radio frekuensi dari termokoagulasi yang menyebabkan luka secara selektif. PBC juga tidak menyebabkan luka pada serat area kornea. Di sisi lain, teknik ini mengurangi sensasi impuls aferen dan juga mematikan jalur konduksi nyeri dari *nervus trigeminal* (Wang *et al.*, 2022).

### **Efektivitas Percutaneous Balloon Compression Treatment terhadap Neuralgia Trigeminal**

Berdasarkan berbagai studi yang ditelaah, PBC menunjukkan tingkat efektivitas awal yang tinggi dalam menghilangkan nyeri pada pasien neuralgia trigeminal. Efektivitas PBC dalam memberikan pereda nyeri pascaoperasi dilaporkan berkisar antara 82-97,3% (Wang *et al.*, 2022; Wu *et al.*, 2024; Johannes Herta *et al.*, 2025). Studi Liu *et al.* (2021) melaporkan angka pereda nyeri sebesar 80–100%, dengan tingkat keberhasilan 81,2% pada evaluasi tiga bulan pascatindakan. Pada studi Tan *et al.* (2023), 10 dari 11 pasien mengalami pereda nyeri total segera setelah operasi, sedangkan satu pasien menunjukkan perbaikan nyeri yang tertunda hingga hari kelima pascaoperasi. Skor *Visual Analog Scale* (VAS) dilaporkan menurun dari 8–10 sebelum tindakan menjadi 0 setelah prosedur.

Tingkat kekambuhan setelah tindakan PBC dilaporkan bervariasi antarstudi. Johannes Herta *et al.* (2025) melaporkan angka kekambuhan sebesar 56,1% setelah satu tahun, dengan median selama 481 hari. Sebagian besar studi melaporkan rentang angka kekambuhan antara 20–64%. Durasi bebas nyeri pascatindakan PBC dilaporkan berkisar 18–20 bulan (Wu *et al.*, 2024). Pada studi Straus *et al.* (2025), 72% pasien mempertahankan pereda nyeri lengkap, dan 71% pasien mampu mengurangi atau menghentikan penggunaan obat nyeri wajah secara permanen, sementara 11% pasien memerlukan tiga kali atau lebih prosedur PBC. Sebaliknya, Tan *et al.* (2023) melaporkan bahwa tidak ditemukan kekambuhan nyeri selama periode tindak lanjut 1–12 bulan pada seluruh pasien yang diteliti.

Komplikasi pascatindakan PBC dilaporkan dengan variasi tingkat kejadian. Johannes Herta *et al.* (2025) melaporkan angka komplikasi sebesar 25,3%, dengan diplopia terjadi pada empat prosedur. Komplikasi yang paling sering dilaporkan adalah mati rasa wajah, diikuti oleh kelemahan otot pengunyahan, herpes labialis, dan keratitis (Wu *et al.*, 2024). Straus *et al.* (2025) melaporkan komplikasi ringan dan sementara pada 10,9% prosedur, termasuk satu kasus tusukan arteri karotis, serta dua kasus tanpa mati rasa wajah pascaoperasi yang memerlukan tindakan ulang dalam waktu lima bulan. Pada studi Tan *et al.* (2023), tidak ditemukan komplikasi serius, seperti cedera vaskular, keratitis ulseratif, kehilangan penglihatan, diplopia, maupun infeksi pascaoperasi.

## **PEMBAHASAN**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa PBC memberikan tingkat pereda nyeri awal yang tinggi pada pasien neuralgia trigeminal. Efektivitas ini dipengaruhi oleh berbagai faktor intraoperatif, terutama waktu kompresi dan volume balon. Wang *et al.* (2022) menyatakan bahwa waktu kompresi balon yang

efektif umumnya berkisar antara 1–3 menit, sedangkan pada kasus neuralgia trigeminal rekuren, durasi kompresi dapat diperpanjang hingga 5 menit (Xia *et al.*, 2022). Meskipun durasi kompresi yang lebih lama dapat menurunkan risiko kekambuhan, hal ini juga dikaitkan dengan peningkatan risiko gangguan sensorik wajah dan komplikasi pascaoperasi (Wang *et al.*, 2022). Oleh karena itu, Wang *et al.* (2022) merekomendasikan waktu kompresi optimal sekitar 90 detik untuk mencapai keseimbangan antara efektivitas dan keamanan.

Selain waktu kompresi, volume dan bentuk balon juga berperan penting dalam menentukan keberhasilan PBC. Volume balon yang ideal dilaporkan berkisar antara 0,35–0,5 mL, dengan tekanan yang cukup untuk membentuk balon menyerupai *pear shape* di dalam *Meckel cave* (Wang *et al.*, 2022). Bentuk balon yang berbeda dapat memengaruhi area ganglion trigeminal yang terkompresi, sehingga berhubungan dengan distribusi mati rasa pascaoperasi. Balon berbentuk *dumbbell* cenderung memengaruhi divisi mandibular (V3), sedangkan bentuk menyerupai mentimun lebih berkaitan dengan divisi ophthalmicus (V1) (Wang *et al.*, 2022). Namun, pembentukan *pear shape* yang ideal sering kali sulit dicapai karena variasi anatomi, termasuk keberadaan area kribriiform dan ukuran foramen ovale (Xia *et al.*, 2022). Sejumlah penelitian menegaskan bahwa bentuk balon merupakan prediktor penting terhadap luaran klinis PBC. Balon berbentuk *pear* dikaitkan dengan tingkat pereda nyeri awal yang lebih tinggi dan durasi bebas nyeri yang lebih panjang dibandingkan bentuk lain (Wu *et al.*, 2024; Liu *et al.*, 2021). Meski demikian, hingga saat ini belum terdapat standar objektif untuk mendefinisikan *pear shape* yang optimal, sehingga penilaian masih sangat bergantung pada pengalaman dan subjektivitas operator (Wu *et al.*, 2024; Liu *et al.*, 2021). Selain faktor intraoperatif, faktor preoperatif seperti tipe neuralgia trigeminal, durasi gejala, respons terhadap terapi medikamentosa, dan temuan radiologis juga dilaporkan berhubungan dengan luaran pasca PBC (Liu *et al.*, 2021).

Meskipun PBC efektif dalam memberikan pereda nyeri awal, angka kekambuhan yang dilaporkan cukup bervariasi. Johannes Herta *et al.* (2025) menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti usia lanjut, durasi gejala yang panjang, nyeri kontinu, dan keberadaan *multiple sclerosis* tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap *recurrence free survival*. Variasi angka kekambuhan antar studi kemungkinan disebabkan oleh perbedaan kriteria definisi nyeri bebas, durasi *follow-up*, serta karakteristik populasi pasien (Johannes Herta *et al.*, 2025). Secara patologis, regenerasi selubung mielin akson trigeminal diduga berperan dalam terjadinya kekambuhan nyeri pasca PBC, mengingat mekanisme kerja PBC melibatkan kerusakan selektif serabut mielin berdiameter sedang dan besar (Wu *et al.*, 2024). Menariknya, peningkatan waktu kompresi balon tidak dilaporkan berkorelasi dengan peningkatan angka komplikasi, sehingga dapat dipertimbangkan sebagai strategi untuk menurunkan risiko kekambuhan pada kasus tertentu (Straus *et al.*, 2025).

Dibandingkan dengan *Microvascular Decompression* (MVD), PBC memiliki keunggulan sebagai prosedur minimal invasif, dengan waktu operasi lebih singkat dan risiko perioperatif yang lebih rendah. PBC juga lebih sering dipilih pada pasien dengan keterlibatan divisi ophthalmicus untuk menghindari gangguan refleks kornea, mengingat teknik ini relatif selektif terhadap serabut bermielin besar dan cenderung mempertahankan serabut kecil (Johannes Herta *et al.*, 2025). Namun demikian, beberapa studi menunjukkan bahwa MVD memberikan luaran jangka panjang yang lebih baik, dengan angka kekambuhan dan komplikasi yang lebih rendah dibandingkan PBC (Farias *et al.*, 2023; J. Wu *et al.*). Artikel oleh Liu *et al.* (2021) juga menegaskan bahwa adanya kompresi arteri merupakan prediktor independen keberhasilan MVD. Oleh karena itu, MVD tetap dianggap sebagai pilihan terbaik pada pasien yang layak menjalani kraniotomi. Di sisi lain, PBC tetap memiliki peran penting, terutama pada pasien usia lanjut, pasien dengan komorbid berat, atau mereka yang tidak dapat mentoleransi prosedur kraniotomi (Tan *et al.*, 2023).

Dibandingkan dengan *Radiofrequency Thermocoagulation* (RFTC), PBC menunjukkan efektivitas jangka pendek yang sebanding, dengan angka kekambuhan satu tahun yang relatif sama (Johannes Herta *et al.*, 2025). Meskipun angka komplikasi PBC sedikit lebih tinggi, prosedur ini memiliki keunggulan karena tidak memerlukan pasien dalam kondisi sadar, sehingga lebih sesuai untuk pasien usia lanjut atau dengan gangguan kognitif (Johannes Herta *et al.*, 2025). Namun, PBC lebih sering dikaitkan dengan kejadian bradikardia intraoperatif, sehingga koordinasi yang baik dengan tim anestesi menjadi hal yang krusial (Johannes Herta *et al.*, 2025). Studi lain melaporkan bahwa meskipun PBC mungkin memberikan angka kekambuhan yang lebih rendah dalam jangka menengah hingga panjang, insidensi efek samping tetap perlu menjadi pertimbangan klinis (Z. Wu *et al.*, 2023).

## KESIMPULAN

*Percutaneous Balloon Compression* (PBC) merupakan metode bedah minimal invasif yang efektif dalam memberikan pereda nyeri awal pada pasien neuralgia trigeminal, dengan tingkat keberhasilan awal yang tinggi dan profil keamanan yang dapat diterima. Efektivitas PBC dipengaruhi oleh berbagai faktor intraoperatif, terutama waktu kompresi, volume, tekanan, dan bentuk balon, di mana pembentukan balon menyerupai *pear shape* di dalam *Meckel cave* berperan penting dalam menentukan luaran klinis yang optimal. Meskipun PBC mampu memberikan pereda nyeri yang signifikan, angka kekambuhan pascatindakan masih bervariasi dan dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik pasien, teknik prosedur, serta durasi tindak lanjut. Regenerasi mielin saraf trigeminal diduga berkontribusi terhadap terjadinya kekambuhan nyeri. Dibandingkan dengan *Microvascular Decompression* (MVD), PBC memiliki keunggulan dalam hal invasivitas yang lebih rendah, waktu operasi yang lebih singkat, serta dapat dilakukan pada pasien usia lanjut atau dengan komorbid berat yang tidak layak menjalani kraniotomi. Namun, MVD tetap memberikan luaran jangka panjang yang lebih baik pada pasien yang memenuhi kriteria pembedahan. Sementara itu, dibandingkan dengan *radiofrequency rhizotomy*, PBC menunjukkan efektivitas yang sebanding, dengan keunggulan tidak memerlukan pasien dalam kondisi sadar selama prosedur. Secara keseluruhan, PBC merupakan alternatif terapi yang aman dan efektif dalam tatalaksana neuralgia trigeminal, khususnya pada pasien dengan keterbatasan untuk menjalani prosedur invasif mayor. Pemilihan metode terapi sebaiknya dilakukan secara individual dengan mempertimbangkan karakteristik klinis pasien, risiko prosedur, serta tujuan luaran jangka panjang.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan literature review ini. Penulis berharap literature review ini dapat menambah wawasan pembaca mengenai *Percutaneous Balloon Compression* sebagai alternatif tatalaksana neuralgia trigeminal serta memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik klinis di bidang terkait.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bernard, F., Mercier, P. and Sindou, M. (2019) 'Morphological and functional anatomy of the trigeminal triangular plexus as an anatomical entity: A systematic review', *Surgical and Radiologic Anatomy*.
- Cecchi, B.V., Valenzuela, B. *et al.* (2023) 'Percutaneous balloon compression for the treatment of trigeminal neuralgia: A review of 10 years of clinical experience', *Cureus*, 15(8). doi:10.7759/cureus.43645.

- Chang, B. and Mei, J. (2024) 'Percutaneous balloon compression guided by a compression-time effect in trigeminal nerve branches', *Journal of Craniofacial Surgery*, 35(8), pp. e722–e725. doi:10.1097/SCS.00000000000010497.
- De Córdoba, J.L., *et al.* (2015) 'Percutaneous balloon compression for trigeminal neuralgia: Imaging and technical aspects', *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 40(5), pp. 616–622. doi:10.1097/AAP.0000000000000292.
- Farias, R., *et al.* (2023) 'Is percutaneous balloon compression better than microvascular decompression to treat trigeminal neuralgia? A systematic review and meta-analysis', *Journal of Clinical Neuroscience*, 109, pp. 11–20. doi:10.1016/j.jocn.2023.01.002.
- Gunes, A., Bulut, E., Akgoz, A., Mocan, B., Gocmen, R. and Oguz, K.K. (2018) 'Trigeminal nerve and pathologies in magnetic resonance imaging: A pictorial review', *Polish Journal of Radiology*, 83, pp. e289–e296.
- Johannes Herta, *et al.* (2025) 'Retrospective comparison of percutaneous balloon compression and radiofrequency thermocoagulation in the management of trigeminal neuralgia', *Acta Neurochirurgica*, 165. doi:10.1007/s00701-023-05656-w.
- Li, Z., *et al.* (2023) 'Comparison of percutaneous balloon compression and microvascular decompression in the treatment of trigeminal neuralgia', *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 39(5). doi:10.12669/pjms.39.5.8049.
- Liu, M., *et al.* (2021) 'Prognostic nomogram for percutaneous balloon compression in the treatment of trigeminal neuralgia', *Neurosurgical Review*, 45(1), pp. 561–569. doi:10.1007/s10143-021-01514-4.
- Malhotra, A., Tu, L., Kalra, V.B., Wu, X., Mian, A. and Mangla, R. (2018) 'Neuroimaging of Meckel's cave in normal and disease conditions', *Insights into Imaging*, 9, pp. 499–510.
- Radoš, I. (2022) 'Treatment options for trigeminal neuralgia', *Acta Clinica Croatica*, 61(Suppl 2). doi:10.20471/acc.2022.61.s2.12.
- Sepviyanti Sumardi, F., Fuadi, I., Rahardjo, S. and Bisri, T. (2017) 'Peranan Index of Consciousness (IoC) dalam tatalaksana total intravenous anesthesia pada operasi mikrovaskular dekompresi', *Jurnal Neuroanestesi Indonesia*, 6(2), pp. 85–92. doi:10.24244/jni.vol6i2.43.
- Straus, S., *et al.* (2025) 'Outcomes after repeat-percutaneous balloon compression for recurrent trigeminal facial pain', *Neurosurgery*, 97(5). doi:10.1227/neu.0000000000003462.
- Tan, K., *et al.* (2023) 'Robot-assisted percutaneous balloon compression in elderly patients with trigeminal neuralgia', *Journal of Pain Research*, 16, pp. 1161–1168. doi:10.2147/JPR.S396680.
- Wang, H., *et al.* (2022) 'Clinical analysis of the treatment of primary trigeminal neuralgia by percutaneous balloon compression', *Frontiers in Surgery*, 9. doi:10.3389/fsurg.2022.XXXXXX.
- Wu, J., Chen, K., Mei, H., Cai, Y., Shen, L., Yang, J., Xu, D., Chai, S. and Xiong, N. (2024) 'Prognostic effect of trigeminal neuralgia treated with percutaneous balloon compression by machine learning-based modeling of radiomic morphological features', *Pain Physician*, 27(10), pp. E1105–E1116.
- Wu, J., *et al.* (2022) 'Efficacy and safety of microvascular decompression versus percutaneous balloon compression in the treatment of trigeminal neuralgia: A systematic review and meta-analysis', *Annals of Palliative Medicine*, 11(4), pp. 1391–1400. doi:10.21037/apm-21-3901.
- Wu, Z., *et al.* (2023) 'Comparison of the safety and efficacy of radiofrequency thermocoagulation with percutaneous balloon compression for treating trigeminal neuralgia: A systematic review and meta-analysis', *Frontiers in Neurology*, 14, 1178335. doi:10.3389/fneur.2023.1178335.
- Xia, Y., Yu, G., Min, F., Xiang, H., Huang, J. and Leng, J. (2022) 'The focus and new progress of percutaneous balloon compression for the treatment of trigeminal neuralgia', *Journal of Pain Research*, 15, pp. 3059–3068.