HJK HOLISTIK JURNAL KESEHATAN
ISSN 1978-3337 (Print)
ISSN 2620-7478 (Online)
DOI: 10.33024
Sinta 3 Terakreditasi
Nomor: 79/E/KPT/2023

INFORMASI ARTIKEL
Received: September, 28, 2025
Revised: December, 07, 2025
Available online: December, 10, 2025
at: https://e-jurnal.iphorr.com/index.php/hjk

Analisis metode deflasi *torniquet* langsung, bertahap, dan *intermittent* terhadap perubahan tekanan darah pada pasien operasi *total knee arthroplasty*

Nurul Hidayah[1]*, Wahyu Hidayat[2], Aziz Mu'alim[2], Edy Purwanto[2], Eka Mei Dianita[1], Erliana Nur Azizah[1]

[1]STIKES Pemkab Jombang
[2]Departemen Bedah, RSUD dr. Soedono
Korespondensi penulis: Nurul Hidayah. *Email: noerelhidayah89@gmail.com

Abstract

Background: The use of an arterial tourniquet is common practice in total knee arthroplasty because it helps create a clearer surgical field. However, tourniquet release often triggers hemodynamic disturbances that can threaten patient stability. Although this issue has important clinical implications, there are currently no clear guidelines regarding the safest deflation technique.
Purpose: For the analysis of direct, gradual, and intermittent torquette deflation methods on blood pressure changes in total knee arthroplasty patients.
Method: This quasi-experimental study with a three-group pre-post design was conducted at the Central Surgical Installation of Dr. Soedono East Java Provincial General Hospital from June to September 2025. A total of 45 patients aged 50–85 years (15 per group), all normotensive and undergoing spinal anesthesia, were consecutively recruited. Blood pressure was recorded using a standardized observation sheet. Data analysis was performed using one-way ANOVA with planned follow-up.
Results: Initial systolic and diastolic blood pressures showed no differences between groups (systolic: F=1.002, p=0.369; diastolic: F=0.940, p=0.399). After deflation, the immediate deflation method produced a significantly greater decrease in blood pressure than either the stepwise or intermittent methods. Mean systolic blood pressures were 109.00 mmHg (immediate), 130.60 mmHg (stepwise), and 129.87 mmHg (intermittent) (F=26.639, p<0.001). Mean diastolic blood pressures were 73.33 mmHg, 79.87 mmHg, and 80.33 mmHg, respectively (F=5.513, p=0.007). No significant differences were found between the stepwise and intermittent methods in post-hoc tests.
Conclusion: A controlled tourniquet deflation approach, whether gradual or intermittent, is more effective in reducing the rate of hypotension after removal. Conversely, immediate deflation is more likely to cause a sharp drop in blood pressure. These results support the adoption of controlled deflation techniques as standard practice to improve perioperative stability and can serve as a basis for the development of institutional and national guidelines for safer tourniquet management.

Keywords: Blood Pressure; Tourniquet Deflation Method; Total Knee Arthroplasty (TKA) Patients.

Pendahuluan: Penggunaan *tourniquet* arteri merupakan praktik umum dalam tindakan total knee arthroplasty karena membantu menciptakan lapangan operasi yang lebih jelas. Namun, pelepasan *tourniquet* sering memicu gangguan hemodinamik yang dapat mengancam stabilitas pasien. Meskipun masalah ini memiliki implikasi klinis yang penting, hingga kini belum terdapat panduan yang jelas mengenai teknik deflasi yang paling aman.
Tujuan: Untuk analisis metode deflasi *torniquet* langsung, bertahap, dan *intermittent* terhadap perubahan tekanan darah pada pasien operasi *total knee arthroplasty.*

DOI: https://doi.org/10.33024/hjk.v19i9.1645

Metode: Penelitian quasi-eksperimental dengan desain tiga kelompok *pre–post* ini dilaksanakan di Instalasi Bedah Sentral Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi Jawa Timur Dr. Soedono pada bulan Juni-September 2025. Sebanyak 45 pasien berusia 50–85 tahun (masing-masing 15 per kelompok), seluruhnya normotensif dan menjalani anestesi spinal, direkrut secara konsekutif. Tekanan darah dicatat menggunakan lembar observasi terstandar. Analisis data dilakukan menggunakan *one-way* ANOVA dengan uji lanjut terencana.
Hasil: Tekanan darah sistolik dan diastolik awal, tidak menunjukkan perbedaan antar kelompok (sistolik: F=1.002, p=0.369; diastolik: F=0.940, p=0.399). Setelah deflasi, metode deflasi segera menghasilkan penurunan tekanan darah yang secara signifikan lebih besar dibandingkan metode bertahap maupun *intermittent.* Rerata sistolik tercatat 109.00 mmHg (langsung), 130.60 mmHg (bertahap), dan 129,87 mmHg (intermiten) (F=26.639, p<0.001). Rerata diastolik masing-masing 73.33 mmHg, 79.87 mmHg, dan 80,33 mmHg (F=5.513, p=0.007). Tidak ditemukan perbedaan signifikan antara metode bertahap dan *intermittent* pada uji *post-hoc*.
Simpulan: Pendekatan deflasi *tourniquet* yang terkontrol, baik secara bertahap maupun *intermittent* lebih mampu mengurangi derajat hipotensi setelah pelepasan. Sebaliknya, deflasi langsung lebih berpotensi menimbulkan penurunan tekanan darah yang tajam. Hasil ini mendukung penerapan teknik deflasi terkontrol sebagai praktik standar untuk meningkatkan stabilitas perioperatif serta dapat menjadi dasar pengembangan pedoman institusional maupun nasional terkait manajemen *tourniquet* yang lebih aman.

Kata Kunci: Metode Deflasi *Tourniquet*; Pasien Total Knee Arthroplasty (TKA); Tekanan Darah.

PENDAHULUAN

Total Knee Arthroplasty (TKA) adalah salah satu prosedur bedah ortopedi yang paling efektif untuk meningkatkan kualitas hidup pasien dengan osteoartritis lutut stadium lanjut karena mampu memulihkan fungsi sendi dan mengembalikan mobilitas yang sebelumnya terganggu (Laloo, Dewi, Gwilym, Richards, McLain, & Bosanquet, 2023). Seiring meningkatnya jumlah populasi lanjut usia dan melonjaknya prevalensi gangguan muskuloskeletal, kebutuhan terhadap TKA diperkirakan terus bertambah dari tahun ke tahun, baik di negara maju maupun negara berkembang. Laporan global terbaru juga menegaskan bahwa kondisi rematik dan muskuloskeletal masih menjadi kontributor utama kecacatan, osteoartritis lutut menempati posisi yang sangat dominan sebagai salah satu kondisi yang paling sering ditemukan pada populasi usia lanjut (Tan, Ang, Tun, & Loh, 2024).

Pada praktik klinis TKA, penggunaan *tourniquet* pneumatik telah menjadi teknik standar untuk meminimalkan perdarahan intraoperatif dengan menghambat aliran darah distal sehingga area operasi tetap jelas dan bersih (Wu, Cao, Sun, & Wang, 2025). Meskipun manfaatnya nyata, penggunaan *tourniquet* juga membawa sejumlah risiko yang perlu dipertimbangkan secara serius, termasuk nyeri pascaoperasi, stres jaringan, hingga komplikasi iskemia-reperfusi yang masih belum sepenuhnya dipahami dalam dinamika klinis (Chan, Jaibaji, Barker, Talwar, & Pang, 2025). Oleh karena itu, pemahaman mengenai respons tubuh terhadap inflasi dan terutama deflasi *tourniquet* sangat penting untuk meminimalkan komplikasi.

Fase deflasi merupakan momen paling kritis karena pelepasan tekanan secara tiba-tiba dapat memicu penurunan mendadak pada tekanan arteri rata-rata (MAP) dan tekanan vena sentral akibat masuknya kembali darah yang terakumulasi metabolit selama periode iskemia (Elbadrawy & Aboelela, 2021). Penurunan tekanan darah ini kemudian dipengaruhi oleh aktivitas sistem saraf simpatik, dan pasien dengan dominasi simpatis yang lebih tinggi terbukti mengalami penurunan hemodinamik yang lebih tajam setelah deflasi (Kim, Cho, Byun, Lim, Chae, Choi, Kim, & Kim, 2021). Dalam beberapa laporan kasus, deflasi segera *tourniquet* bahkan dikaitkan dengan kejadian infark miokard pascaoperasi, menunjukkan bahwa proses ini memiliki dampak fisiologis yang perlu diantisipasi secara cermat.

Meskipun risiko tersebut jelas, hingga saat ini Indonesia belum memiliki pedoman resmi atau Standar Prosedur Operasional (SOP) yang mengatur teknik deflasi *tourniquet* pada TKA. Sebagian besar rumah sakit masih menerapkan metode deflasi segera, padahal pendekatan ini berpotensi meningkatkan risiko hipotensi mendadak dan komplikasi reperfusi lainnya (Zhang, Ning, Yang, & He, 2025). Kekosongan pedoman ini menegaskan perlunya penelitian yang

Nurul Hidayah[1]*, Wahyu Hidayat[2], Aziz Mu'alim[2], Edy Purwanto[2], Eka Mei Dianita[1], Erliana Nur Azizah[1]

[1]STIKES Pemkab Jombang
[2]Departemen Bedah, RSUD dr. Soedono
Korespondensi penulis: Nurul Hidayah. *Email: noerelhidayah89@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.33024/hjk.v19i9.1645

sistematis untuk membandingkan keamanan hemodinamik dari tiga metode deflasi yaitu langsung, bertahap, dan intermiten guna merumuskan praktik terbaik yang lebih aman dan berbasis bukti.

Temuan dari penelitian terbaru turut memperkuat urgensi tersebut. Sebuah studi menunjukkan bahwa deflasi *tourniquet* dapat mempengaruhi efisiensi siklus jantung (*cardiac cycle efficiency*), dengan perubahan yang cukup nyata pada fase reperfusi, sehingga menunjukkan bahwa deflasi harus dilakukan dengan pendekatan terukur untuk meminimalkan tekanan fisiologis pada sistem kardiovaskular (Seker, Aktas Yildirim, Ulugol, Gucyetmez, & Toraman, 2024). Selain itu, penelitian acak terkontrol menunjukkan bahwa meskipun penggunaan *tourniquet* tidak secara signifikan mempengaruhi hasil fungsional jangka panjang, stabilitas hemodinamik intraoperatif tetap menjadi aspek penting yang perlu dijaga untuk mengurangi komplikasi anestesi maupun bedah (Johnsen, Havik, Husby, Winther, Foss, Husby, & Lian, 2024). Terdapat juga studi tambahan yang menegaskan bahwa reperfusi setelah deflasi dapat memicu perubahan signifikan pada tekanan darah, frekuensi nadi, pH, dan $PaCO_2$, sehingga teknik deflasi yang lebih terkendali dapat memberikan stabilitas yang lebih baik pada pasien yang menjalani anestesi regional (Bala, Taxak, Bajaj, Chhikara, Ahlawat, & Zokarkar, 2023).

Berdasarkan perkembangan literatur tersebut, penelitian ini disusun untuk mengevaluasi dan membandingkan pengaruh tiga teknik deflasi *tourniquet* terhadap parameter hemodinamik pasien TKA di Indonesia. Tidak adanya pedoman nasional, penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi penyusunan kebijakan klinis berbasis bukti yang lebih aman, terstruktur, dan sesuai dengan kebutuhan sistem pelayanan kesehatan nasional.

METODE

Penelitian kuasi-eksperimental model *three group pre-post test design*, tiga kelompok pasien masing-masing menerima metode deflasi *tourniquet* yang berbeda yaitu secara angsung, bertahap, dan intermiten. Kemudian perubahan tekanan darah diamati sebelum dan setelah perlakuan. Tujuan penelitian adalah mengetahui perbedaan respon hemodinamik pada pasien yang menjalani operasi *total knee arthroplasty* (TKA) berdasarkan metode deflasi yang digunakan.

Penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Bedah Sentral RSUD Dr. Soedono, Jawa Timur, yang merupakan salah satu rumah sakit rujukan dengan jumlah operasi TKA yang cukup tinggi. Pengumpulan data berlangsung selama tiga bulan, pada Juni-September 2025. Dalam rentang waktu tersebut, jumlah pasien TKA diperkirakan sekitar 15 orang per bulan, sehingga cukup memadai untuk memenuhi kebutuhan sampel penelitian.

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan *consecutive sampling*, yaitu semua pasien yang memenuhi kriteria dimasukkan secara berurutan hingga jumlah yang ditargetkan terpenuhi. Kriteria inklusi dalam penelitian meliputi pasien berusia 50–85 tahun, menjalani operasi TKA dengan anestesi spinal, serta tidak memiliki riwayat hipotensi atau hipertensi. Sebaliknya, pasien dengan penyakit kardiovaskular yang tidak terkontrol atau kondisi yang kontraindikatif terhadap penggunaan *tourniquet* dikecualikan. Total terdapat 45 pasien yang akan dilibatkan, dengan masing-masing 15 orang pada tiap kelompok perlakuan. Jumlah ini ditetapkan dengan mempertimbangkan *power* penelitian serta merujuk pada temuan studi sebelumnya agar hasil tetap representatif.

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah *tourniquet* pneumatik yang merupakan standar dalam tindakan ortopedi. Selain itu, digunakan pula alat pemantau hemodinamik untuk mencatat tekanan darah dan parameter terkait. Semua perangkat sudah melalui proses kalibrasi sebelumnya agar hasil pengukuran akurat. Untuk menata pencatatan data, disiapkan lembar observasi yang berfungsi merekam seluruh hasil pemantauan selama tindakan berlangsung.

Tiga metode deflasi *tourniquet* yang digunakan dalam penelitian dipilih berdasarkan praktik umum di ruang operasi. Metode pertama adalah deflasi segera, yaitu melepas tekanan 300 mmHg secara sekaligus tanpa jeda. Metode kedua adalah deflasi bertahap, yaitu menurunkan tekanan sebesar 50 mmHg setiap 30 detik hingga tekanan hilang seluruhnya. Metode ketiga adalah deflasi intermiten, yakni melepas tekanan selama 10 detik, kemudian menaikkannya kembali selama 50 detik, dan siklus ini diulang tiga kali sebelum tekanan akhirnya dilepas penuh. Ketiga metode ini dibandingkan untuk melihat bagaimana perbedaannya terhadap perubahan tekanan darah pasien setelah *tourniquet* dilepas.

Analisis data dilakukan sesuai dengan distribusi data yang diperoleh. Jika data berdistribusi normal,

Nurul Hidayah[1]*, Wahyu Hidayat[2], Aziz Mu'alim[2], Edy Purwanto[2], Eka Mei Dianita[1], Erliana Nur Azizah[1]

[1]STIKES Pemkab Jombang
[2]Departemen Bedah, RSUD dr. Soedono
Korespondensi penulis: Nurul Hidayah. *Email: noerelhidayah89@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.33024/hjk.v19i9.1645

analisis menggunakan One Way ANOVA untuk melihat perbedaan antar tiga kelompok. Namun jika data tidak normal, digunakan uji Kruskal–Wallis sebagai alternatif. Penggunaan dua jenis analisis ini dimaksudkan agar hasil penelitian lebih akurat dan sesuai dengan karakteristik data yang sebenarnya.

Sepanjang proses penelitian, keselamatan pasien menjadi prioritas utama. Setiap kemungkinan perubahan kondisi selama proses deflasi akan ditangani berdasarkan protokol klinis yang berlaku. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai metode deflasi *tourniquet* yang paling aman dan stabil bagi pasien TKA.

Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik RSUD Dr. Soedono dengan nomor 400.14.5.4/26.479/102.9/2025. Setiap peserta akan diberikan penjelasan lengkap mengenai tujuan dan prosedur penelitian melalui proses informed consent. Seluruh prinsip etika, termasuk anonimitas, kerahasiaan data, dan asas *non-maleficence* atau prinsip "tidak membahayakan", dijaga dengan ketat selama pelaksanaan penelitian.

HASIL

Tabel 1. Statistik Deskriptif dan Hasil ANOVA untuk Tekanan Darah (N=45)

Variabel	Hasil	F	p
Umur (Mean±SD)(Rentang)(Tahun)	(61.422±8.139)(43-77)		
Sistolik (Mean)			
Pre-test			
Langsung	136.40	1.002	0.369
Bertahap	132.67		
Intermiten	130.93		
Post-test			
Langsung	109.00	26.639	0.000
Bertahap	130.60		
Intermiten	129.87		
Diastolik (Mean)			
Langsung	86.07	0.940	0.399
Bertahap	83.07		
Intermiten	82.80		
Post-test			
Langsung	73.33	5.513	0.007
Bertahap	79.87		
Intermiten	80.33		

Tabel 1. menunjukkan karakteristik umur partisipan dengan rata-rata 6.422 tahun dan standar deviasi 8.139 pada rentang usia 43-77 tahun. Tekanan darah responden sebelum dan sesudah deflasi pada tiga kelompok metode deflasi *tourniquet*. Secara umum, nilai tekanan darah sebelum deflasi berada pada rentang yang relatif serupa di ketiga kelompok. Tekanan darah sistolik sebelum deflasi pada kelompok deflasi segera memiliki rata-rata paling tinggi dibandingkan dua kelompok lainnya, meskipun perbedaannya belum signifikan ($p > 0.05$). Nilai yang sama terjadi pada tekanan darah diastolik sebelum deflasi, di mana ketiga kelompok menunjukkan kondisi hemodinamik awal yang relatif setara.

Setelah deflasi, terlihat perubahan yang lebih jelas. Tekanan darah sistolik menunjukkan perbedaan signifikan antar ketiga metode ($p < 0.001$). Kelompok deflasi segera mengalami penurunan sistolik paling besar dibandingkan deflasi bertahap dan intermiten. Sementara itu, kelompok bertahap dan intermiten cenderung

Nurul Hidayah[1]*, Wahyu Hidayat[2], Aziz Mu'alim[2], Edy Purwanto[2], Eka Mei Dianita[1], Erliana Nur Azizah[1]

[1]STIKES Pemkab Jombang
[2]Departemen Bedah, RSUD dr. Soedono
Korespondensi penulis: Nurul Hidayah. *Email: noerelhidayah89@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.33024/hjk.v19i9.1645

menunjukkan perubahan yang lebih stabil. Perbedaan signifikan juga terlihat pada tekanan darah diastolik setelah deflasi ($p < 0.01$), di mana deflasi segera kembali memberikan perubahan paling drastis dibandingkan dua metode lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa metode deflasi berpengaruh nyata terhadap perubahan tekanan darah pasca pelepasan *tourniquet.*

Tabel 2. Perbandingan Post Hoc Tekanan Darah Setelah Intervensi (Uji Bonferroni)

Variabel	Kelompok (I)	Kelompok (II)	Selisih Mean	Std. Error	Sig.
Sistolik Post	Langsung	Bertahap	-21.600*	3.361	0.000
	Langsung	Intermiten	-20.867*	3.361	0.000
	Bertahap	Langsung	21.600*	3.361	0.000
	Bertahap	Intermiten	0.733	3.361	1.000
	Intermiten	Langsung	20.867*	3.361	0.000
	Intermiten	Bertahap	-0.733	3.361	1.000
Diastolik Post	Langsung	Bertahap	-6.533*	2.357	0.025
	Langsung	Intermiten	-7.000*	2.357	0.015
	Bertahap	Langsung	6.533*	2.357	0.025
	Bertahap	Intermiten	-0.467	2.357	1.000
	Intermiten	Langsung	7.000*	2.357	0.015
	Intermiten	Bertahap	0.467	2.357	1.000

Tabel 2. menunjukkan hasil analisis uji lanjut yang bertujuan untuk melihat kelompok mana yang berbeda secara signifikan. Pada parameter tekanan darah sistolik setelah deflasi, uji post hoc memperlihatkan bahwa kelompok deflasi segera berbeda secara signifikan dengan kelompok bertahap maupun intermiten. Penurunan sistolik yang tajam pada deflasi segera menjadikan kelompok ini paling tidak stabil secara hemodinamik. Sebaliknya, kelompok deflasi bertahap dan intermiten tidak menunjukkan perbedaan bermakna satu sama lain, sehingga keduanya dapat dianggap sebagai metode dengan stabilitas hemodinamik yang lebih baik.

Pada tekanan darah diastolik setelah deflasi, pola yang sama kembali terlihat. Kelompok deflasi segera menunjukkan perbedaan signifikan jika dibandingkan deflasi bertahap dan intermiten. Namun, antara deflasi bertahap dan intermiten tidak terdapat perbedaan yang bermakna. Hal ini mengindikasikan bahwa kedua metode tersebut cenderung memberikan respons tekanan darah yang lebih terkontrol dibandingkan deflasi segera. Secara keseluruhan, hasil uji lanjut ini mendukung temuan bahwa deflasi segera memberikan perubahan hemodinamik paling besar, sementara deflasi bertahap dan intermiten lebih aman dan stabil untuk pasien TKA.

PEMBAHASAN

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa sebelum intervensi tidak terdapat perbedaan signifikan tekanan darah sistolik maupun diastolik antara kelompok deflasi *tourniquet* segera, bertahap, dan intermiten (Sistolik: $F = 1.002$, $p = 0.369$; Diastolik: $F = 0.940$, $p = 0.399$). Namun, setelah intervensi, terlihat adanya perubahan yang bermakna. Tekanan sistolik pasca-deflasi paling rendah ditemukan pada kelompok deflasi segera (rerata 109.00 mmHg), dibandingkan dengan kelompok bertahap (130.60 mmHg) dan intermiten (129.87 mmHg), dengan uji ANOVA yang mengonfirmasi perbedaan signifikan ($F = 26.639$, $p < 0.001$). Tekanan diastolik pasca-deflasi juga menunjukkan pola serupa, dengan nilai terendah pada kelompok deflasi segera (73.33 mmHg) dan nilai yang lebih stabil pada kelompok bertahap (79.87 mmHg) dan intermiten (80.33 mmHg) ($F = 5.513$, $p = 0.007$). Analisis *post hoc* menegaskan bahwa kelompok deflasi segera berbeda signifikan dari kedua kelompok lainnya, sementara deflasi bertahap dan intermiten tidak menunjukkan perbedaan yang berarti. Temuan ini konsisten dengan respons hemodinamik awal terhadap reperfusi mendadak setelah pelepasan *tourniquet tourniquet*. Hasil

Nurul Hidayah[1]*, Wahyu Hidayat[2], Aziz Mu'alim[2], Edy Purwanto[2], Eka Mei Dianita[1], Erliana Nur Azizah[1]

[1]STIKES Pemkab Jombang
[2]Departemen Bedah, RSUD dr. Soedono
Korespondensi penulis: Nurul Hidayah. *Email: noerelhidayah89@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.33024/hjk.v19i9.1645

tersebut diperkuat oleh bukti sebelumnya yang menunjukkan bahwa perubahan tekanan darah pascadeflasi sangat dipengaruhi oleh status otonom dan respons simpatis pasien. Penelitian menunjukkan bahwa pasien dengan dominasi simpatis praoperatif lebih rentan mengalami penurunan tekanan darah mendadak setelah deflasi, sehingga memerlukan pemantauan hemodinamik yang lebih ketat pada fase reperfusi awal (Huh, Kim, Lee, Shin, Cho, & Park, 2012). Selain itu, strategi deflasi bertahap terbukti mampu menurunkan insiden hipotensi pascaoperasi dengan memperlambat masuknya darah ke ekstremitas dan mengurangi perubahan mendadak dalam resistensi vaskular sistemik (Almeida, De Sousa, & De Castro, 2019).

Mekanisme fisiologis dari temuan studi ini sejalan dengan literatur yang melaporkan bahwa pelepasan *tourniquet* secara tiba-tiba menyebabkan reperfusi mendadak pada jaringan iskemik. Hal ini memicu perpindahan darah secara cepat ke ekstremitas, vasodilatasi perifer, dan pelepasan metabolit vasoaktif, yang mengarah pada penurunan tekanan darah arteri yang dapat menjadi ekstrem dan berpotensi berbahaya (Harini, Pamuntjak, Suta, & Astuti, 2024; Katzman, Sandoval, Roof, Rozell, Meftah, & Schwarzkopf, 2025). Pasien dengan dominasi simpatis yang tinggi sebelum deflasi akan mengalami penurunan tekanan arteri rata-rata yang lebih intens, sehingga meningkatkan risiko kolaps hemodinamik (Kim et al., 2021; Song, Kim, & Kim, 2012).

Deflasi segera juga telah terbukti mengganggu fungsi ventrikel kiri secara akut dalam beberapa menit setelah pelepasan, memberikan bukti mengenai risiko kardiovaskular langsung dari teknik ini (Pranesh, Pugazhendhi, Kumar, & Shankaran, 2024). Sebaliknya, strategi reperfusi terkontrol seperti deflasi bertahap atau intermiten mengurangi lonjakan metabolit dan radikal bebas, sehingga mempertahankan stabilitas hemodinamik (Oh, Kim, Kim, Koh, Jung, Kim, & Jeong, 2022).

Temuan fisiologis tersebut diperkuat oleh beberapa laporan klinis dan teknologi monitoring terbaru. Terdapat bukti bahwa reperfusi mendadak dapat menyebabkan hipotensi refrakter pada pasien tertentu, terutama yang memiliki riwayat konsumsi obat yang mempengaruhi regulasi otonom, sehingga menunjukkan betapa kompleksnya respons tubuh terhadap deflasi *tourniquet* (Govil, Kakar, Kapoor, Sharma, Govil, & Arora, 2008). Penelitian lain menggunakan diffuse optical spectroscopy menunjukkan bahwa fluktuasi perfusi jaringan selama penggunaan *tourniquet* mencerminkan perubahan hemodinamik yang sangat cepat, sehingga teknik deflasi menjadi faktor penting dalam menjaga stabilitas sirkulasi (Philipopoulos, Sharareh, Ganesan, Tromberg, O'Sullivan, & Schwarzkopf, 2023).

Selain itu, sejumlah studi memperkuat kesimpulan bahwa deflasi bertahap dan intermiten memberikan hasil yang lebih stabil dibandingkan deflasi segera. Penelitian menunjukkan bahwa kedua teknik ini mampu menurunkan perubahan mendadak pada parameter asam-basa dan mengurangi stres metabolik sistemik yang terjadi saat reperfusi jaringan (Elbadrawy & Aboelela, 2021). Meta-analisis dari Wang dan koleganya menunjukkan bahwa teknik penggunaan *tourniquet* yang lebih terkontrol tidak hanya meningkatkan stabilitas hemodinamik tetapi juga mengurangi komplikasi pascaoperasi dalam prosedur TKA, sehingga mendukung adopsi protokol yang lebih aman (Wang, Zhou, Qu, Yan, & Pan, 2018).

Bobot bukti dari studi ini dan penelitian sebelumnya menegaskan bahwa deflasi *tourniquet* segera merupakan pendekatan yang paling berisiko karena menyebabkan perubahan hemodinamik yang tajam, meningkatkan peluang terjadinya hasil klinis yang merugikan seperti kolaps sirkulasi atau infark miokard. Sebaliknya, deflasi bertahap dan intermiten memberikan stabilisasi yang lebih baik, dengan efektivitas yang setara dalam mencegah efek reperfusi ekstremitas yang berlebih (Rao, Mudakanagoudar, & Devaraj, 2023). Oleh sebab itu, kedua metode ini tidak hanya layak dipertimbangkan tetapi juga seharusnya menjadi standar praktik klinis terutama di Indonesia, yang belum memiliki pedoman resmi terkait deflasi *tourniquet*.

Berdasarkan temuan ini, deflasi bertahap dan intermiten tidak dapat lagi dianggap sebagai alternatif pilihan, tetapi harus diadopsi sebagai standar perawatan baru dalam prosedur TKA. Ketiadaan SOP nasional terkait teknik deflasi *tourniquet* menempatkan pasien pada risiko komplikasi hemodinamik yang dapat dicegah.

Nurul Hidayah[1]*, Wahyu Hidayat[2], Aziz Mu'alim[2], Edy Purwanto[2], Eka Mei Dianita[1], Erliana Nur Azizah[1]

[1]STIKES Pemkab Jombang
[2]Departemen Bedah, RSUD dr. Soedono
Korespondensi penulis: Nurul Hidayah. *Email: noerelhidayah89@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.33024/hjk.v19i9.1645

Karena itu, penting bagi rumah sakit dan Kementerian Kesehatan untuk mengembangkan pedoman berbasis bukti yang mewajibkan penggunaan teknik deflasi terkontrol. Implementasi kebijakan ini tidak hanya akan meningkatkan keselamatan pasien tetapi juga menyelaraskan standar pelayanan dengan praktik internasional yang lebih aman dan efektif.

SIMPULAN

Deflasi *tourniquet* terkontrol, baik secara bertahap maupun *intermiten*, jauh lebih aman dibandingkan deflasi langsung karena mampu menjaga stabilitas hemodinamik pasien selama prosedur TKA. Teknik deflasi langsung terbukti menyebabkan penurunan tekanan darah yang tajam, sedangkan dua metode terkontrol menunjukkan respons yang lebih stabil dan tidak menimbulkan perubahan drastis. Dengan demikian, deflasi terkontrol layak diterapkan sebagai standar praktik klinis untuk meningkatkan keselamatan perioperatif. Penelitian ini memberikan dasar awal bagi pengembangan protokol nasional terkait deflasi *tourniquet*.

DAFTAR PUSTAKA

Almeida, M., De Sousa, E., & De Castro, R. (2019). *Escalonated Tourniquet Deflation Strategy Reduces the Incidence of Hypotension After Total Knee Replacement Surgery: a Randomized Double-Blinded Controlled Trial*. ARC Journal of Orthopedics, 4(1), 14–18.

Bala, M., Taxak, S., Bajaj, P., Chhikara, M., Ahlawat, M., & Zokarkar, A. (2023). *Evaluation of Haemodynamic Changes in Patients undergoing Total Knee Arthroplasty under Regional Anaesthesia: A Prospective Observational Study*. Journal of Clinical & Diagnostic Research, 17(10).

Chan, K., Jaibaji, R., Barker, E., Talwar, C., & Pang, C. (2025). *A Systematic Review and Meta-Analysis of Tourniquet Pressures in Upper Limb Surgery*. Journal of Clinical Medicine, 14(6), 1938.

Elbadrawy, R. E., & Aboelela, M. A. (2021). *Gradual versus intermittent release of tourniquet in total knee arthroplasty surgery, effects on hemodynamics and acid base parameters: a prospective randomized controlled study*. Egyptian Journal of Anaesthesia, 37(1), 234–240.

Govil, P., Kakar, P. N., Kapoor, A. K., Sharma, A., Govil, D., & Arora, D. (2008). *Refractory Hypotension after Tourniquet Deflation in a Patient on Chronic Clomipramine Therapy*. Indian Journal of Anaesthesia, 52(4), 443–447.

Harini, M., Pamuntjak, N. D., Suta, P. D. D., & Astuti, S. D. (2024). *Prediksi Depresi Preoperatif Terhadap Terjadinya Nyeri Kronis pada Pasien Lansia Pasca Operasi Total Knee Arthroplasty*. eJournal Kedokteran Indonesia, 12(2), 193–193.

Huh, I. Y., Kim, D. Y., Lee, J. H., Shin, S. J., Cho, Y. W., & Park, S. E. (2012). *Relation between preoperative autonomic function and blood pressure change after tourniquet deflation during total knee replacement arthroplasty*. Korean Journal of Anesthesiology, 62(2), 154–160.

Johnsen, M., Havik, S., Husby, V. S., Winther, S. B., Foss, O. A., Husby, O. S., & Lian, Ø. B. (2024). *The use of tourniquet in total knee arthroplasty does not impact the functional outcome: a randomised controlled study*. Journal of Orthopaedic Surgery and Research, 19(1), 704.

Katzman, J. L., Sandoval, C. G., Roof, M. A., Rozell, J. C., Meftah, M., & Schwarzkopf, R. (2025). *Does the use of a tourniquet influence five-year outcomes following total knee arthroplasty?* The Journal of Arthroplasty, 40(7), S208–S213.

Kim, E., Cho, M. R., Byun, S. H., Lim, J. A., Chae, S., Choi, W. K., Kim, I., & Kim, J. (2021). *Sympathetic predominance before tourniquet deflation is associated with a reduction in arterial blood pressure after tourniquet deflation during total knee arthroplasty*. Physiological Research, 70(3), 401–412.

Nurul Hidayah[1]*, Wahyu Hidayat[2], Aziz Mu'alim[2], Edy Purwanto[2], Eka Mei Dianita[1], Erliana Nur Azizah[1]

[1]STIKES Pemkab Jombang
[2]Departemen Bedah, RSUD dr. Soedono
Korespondensi penulis: Nurul Hidayah. *Email: noerelhidayah89@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.33024/hjk.v19i9.1645

Laloo, R., Dewi, M., Gwilym, B. L., Richards, O. J., McLain, A. D., & Bosanquet, D. (2023). *Tourniquet use for people with peripheral arterial disease undergoing major lower limb amputations*. Cochrane Database of Systematic Reviews, (7).

Oh, M. S., Kim, J. Y., Kim, C. L., Koh, S. R., Jung, Y., Kim, N. Y., & Jeong, M. A. (2022). *The Association between Two-Stage Tourniquet Application during Total Knee Replacement and Blood Loss: A Retrospective Cohort Study*. Journal of Clinical Medicine, 11(6), 1682.

Philipopoulos, G. P., Sharareh, B., Ganesan, G., Tromberg, B. J., O'Sullivan, T. D., & Schwarzkopf, R. (2023). *Characterizing tourniquet induced hemodynamics during total knee arthroplasty using diffuse optical spectroscopy*. Journal of Orthopaedic Research, 41(1), 104–114.

Pranesh, E., Pugazhendhi, G., Kumar, V., & Shankaran, S. (2024). *Comparative study of use of tourniquet application during cementation versus use of full-time tourniquet application during total knee arthroplasty*. Journal of Population Therapeutics & Clinical Pharmacology, 30(17).

Rao, M., Mudakanagoudar, M., & Devaraj, D. B. (2023). *Effects of cyclic vs. non-cyclic deflation of pneumatic arterial tourniquet on haemodynamic and arterial blood gases in lower limb surgery: A prospective randomized study*. Journal of Krishna Institute of Medical Sciences, 12(4).

Seker, M., Aktas Yildirim, S., Ulugol, H., Gucyetmez, B., & Toraman, F. (2024). *Cardiovascular Effects of Tourniquet Application with Cardiac Cycle Efficiency: A Prospective Observational Study*. Journal of Clinical Medicine, 13(10), 2745.

Song, I., Kim, D. Y., & Kim, Y. J. (2012). *The effect of tourniquet deflation on hemodynamics and regional cerebral oxygen saturation in aged patients undergoing total knee replacement surgery*. Korean Journal of Anesthesiology, 63(5), 425.

Tan, Y. Y., Ang, K. X. M., Tun, M. H., & Loh, Y. J. (2024). *Intermittent tourniquet compared to throughout tourniquet use during Total Knee Arthroplasty in patients with BMI ≥30: A retrospective cohort study*. Journal of Orthopaedics, 54, 46–50.

Wang, C., Zhou, C., Qu, H., Yan, S., & Pan, Z. (2018). *Comparison of tourniquet application only during cementation and long-duration tourniquet application in total knee arthroplasty: a meta-analysis*. Journal of Orthopaedic Surgery and Research, 13(1), 216.

Wu, W., Cao, L., Sun, K., & Wang, H. (2025). *Comparing different timings of tourniquet application in total knee arthroplasty: effects on postoperative pain and bone cement interface*. Journal of Orthopaedic Surgery and Research, 20(1), 59.

Zhang, L., Ning, Y., Yang, C., & He, T. (2025). *Limiting tourniquet use during total knee arthroplasty improves short-term postoperative outcomes in patients with hypertension*. Frontiers in Surgery, 12, 1535662.

Nurul Hidayah[1]*, Wahyu Hidayat[2], Aziz Mu'alim[2], Edy Purwanto[2], Eka Mei Dianita[1], Erliana Nur Azizah[1]

[1]STIKES Pemkab Jombang
[2]Departemen Bedah, RSUD dr. Soedono
Korespondensi penulis: Nurul Hidayah. *Email: noerelhidayah89@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.33024/hjk.v19i9.1645