



Penanganan Rehabilitasi Medik pada Pasca Artrodesis Kaki Charcot Tanpa Komplikasi

Medical Rehabilitation Management in Post-Arthrodesis Charcot Foot without Complication

Christina A. Damopolii,¹ Joudy Gessal,¹ Devan Perwira²

¹Bagian Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi - RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou, Manado, Indonesia

²Program Pendidikan Dokter Spesialis Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

Email: devanperwira60@gmail.com

Received: December 27, 2022; Accepted: March 25, 2023; Published online: May 30, 2023

Abstract: Impact of diabetes on the occurrence of Charcot's foot provides conservative treatment to the benefits of arthrodesis. Charcot foot is a debilitating joint disease characterized by progressive multiple bone destruction, dislocations, and severe deformities of the foot and ankle. Its prevalence may increase in the general high-risk population. Initial treatment of Charcot foot is often conservative and involves the use of bracing, casting, and special orthopedic shoes. This intervention allows the patient to functionally ambulate without resorting to more invasive interventions. Arthrodesis is an effective limb-saving method for patients with Charcot neuroarthropathy who have severe deformity and instability. This technique is usually used for chronic cases with irreversible deformity and/or joint instability to increase plantar pressure and balance of the foot and to minimize the risk of foot ulceration and amputation. In conclusion, non-weight bearing treatment and immobilisation are the most effective rehabilitation management for active-phase Charcot foot accompanied by surgery consideration to maximize the functional of the foot.

Keywords: Charcot foot; diabetes; arthrodesis; rehabilitation management

Abstrak: Diabetes berdampak terhadap terjadinya kaki Charcot dengan penanganan secara konservatif hingga tindakan artrodesis. Kaki Charcot merupakan salah satu penyakit sendi yang merusak dan ditandai dengan progresifitas kerusakan tulang multipel, dislokasi dan deformitas parah pada kaki dan pergelangan kaki dengan prevalensi yang meningkat pada populasi dengan risiko tinggi. Perawatan awal kaki Charcot seringkali konservatif dan melibatkan penggunaan *bracing*, *casting*, dan sepatu ortopedi khusus. Intervensi ini memungkinkan pasien untuk ambulasi secara fungsional tanpa menggunakan intervensi yang lebih invasif. Artrodesis merupakan metode penyelamatan anggota tubuh yang efektif untuk pasien dengan neuropati Charcot yang memiliki deformitas parah dan ketidakstabilan. Teknik ini biasanya digunakan untuk kasus kronis dengan deformitas ireversibel dan/atau ketidakstabilan sendi untuk meningkatkan tekanan dan keseimbangan plantar kaki dan untuk meminimalkan risiko ulserasi dan amputasi kaki. Simpulan studi ini ialah penanganan *non-weight bearing* dan imobilisasi merupakan penanganan rehabilitasi untuk kaki Charcot fase aktif dengan pertimbangan tindakan pembedahan untuk memaksimalkan fungsi kaki.

Kata kunci: kaki Charcot; diabetes; artrodesis; penanganan rehabilitasi

Pendahuluan

Berdasarkan Laporan Statistik Diabetes Nasional 2014, 29,1 juta orang Amerika, atau 9,3% dari populasi, menderita diabetes. *National Institutes of Health* memperkirakan bahwa terdapat lebih dari 73.000 amputasi ekstremitas bawah pada tahun 2010. Dengan proyeksi peningkatan komorbid diabetes dan obesitas selama dekade terakhir, kemungkinan jumlah amputasi ekstremitas bawah, beban ekonomi dan sumber daya, dan beban keseluruhan penyakit yang disebabkan oleh kaki diabetik akan meningkat dari waktu ke waktu.¹

Kaki merupakan suatu bagian yang sangat penting pada tubuh manusia. Kompleks sendi pergelangan kaki terdiri dari tungkai bawah dan kaki yang membentuk hubungan kinetik yang memungkinkan tungkai bawah berinteraksi dengan tanah, persyaratan utama untuk gaya berjalan dan aktivitas kehidupan sehari-hari lainnya. Meskipun menanggung gaya tekan dan gesekan yang tinggi selama berjalan, struktur tulang dan ligamen pergelangan kaki memungkinkannya berfungsi dengan tingkat stabilitas yang tinggi.²

Neuropati Charcot (*Charcot neuroarthropathy*) yang mengakibatkan kaki Charcot (*Charcot foot*) merupakan salah satu penyakit sendi yang sangat merusak, ditandai dengan progresifitas kerusakan tulang multipel, dislokasi dan deformitas parah pada kaki dan pergelangan kaki.³ Terdapat sejumlah kondisi medis dengan manifestasi neuropatik yang terkait dengan perkembangan kaki Charcot. Perkiraan prevalensi kaki Charcot pada populasi diabetes secara umum ialah 0,08%, tetapi dapat meningkat menjadi 13% pada populasi dengan risiko tinggi.^{4,5} Neuropati Charcot akut biasanya muncul sebagai kaki yang teraba hangat, eritematosa dan edema. Dengan demikian, kondisi ini sering ditutupi oleh, atau secara klinis tidak dapat dibedakan dari trombosis vena dalam, radang sendi (misalnya asam urat) atau infeksi (misalnya selulitis, osteomielitis). Akibatnya, neuropati Charcot akut sering menyebabkan diagnosis tertunda atau terlewatkan pada tahap awal.⁵

Perawatan awal kaki Charcot seringkali konservatif dan biasanya melibatkan penggunaan *bracing*, *casting*, dan sepatu ortopedi khusus. Intervensi ini memungkinkan pasien untuk ambulasi secara fungsional tanpa menggunakan intervensi yang lebih invasif. Namun, banyak pasien akhirnya akan memerlukan perawatan bedah, karena kaki Charcot sering refrakter terhadap perawatan konservatif. Gejala sisa jangka panjang yang umum dari kegagalan perawatan konservatif kaki Charcot termasuk ulserasi plantar, infeksi jaringan superfisial dan dalam, osteomielitis, dan amputasi.⁶

Artrodesis telah digambarkan sebagai metode penyelamatan anggota tubuh yang efektif pada pasien dengan neuropati Charcot yang memiliki deformitas parah disertai ketidakstabilan. Upaya terapeutik saat ini untuk neuropati Charcot kronis diarahkan untuk mendukung arsitektur kaki sementara respons inflamasi yang terbatas dapat mereda dan tulang dibentuk kembali. Laporan retrospektif dan seri prospektif artrodesis kaki tengah pada neuropati Charcot telah menunjukkan bahwa teknik ini biasanya digunakan untuk kasus kronis dengan deformitas ireversibel dan/atau ketidakstabilan sendi untuk meningkatkan tekanan dan keseimbangan plantar kaki dan untuk meminimalkan risiko ulserasi dan amputasi kaki.⁷ Bertolak dari hal-hal yang telah dipaparkan maka penulis terdorong untuk mengetahui lebih lanjut mengenai penatalaksanaan rehabilitasi medik pada kaki Charcot pasca artrodesis tanpa komplikasi.

Anatomi, Mekanisme, dan Biomekanika Kaki

Kaki dapat dibagi menjadi tiga bagian. Kaki belakang terdiri dari talus dan kalkaneus. Dalam tahapan berjalan, bagian belakang kaki merupakan bagian pertama dari kaki yang bersentuhan dengan tanah, sehingga mempengaruhi fungsi dan pergerakan dua bagian lainnya. Kaki tengah terdiri dari navikular, kuboid, dan tiga tulang kuneiform. Mekanisme bagian kaki ini memberikan stabilitas dan mobilitas saat mentransmisikan gerakan dari kaki belakang ke kaki depan.⁸

Gerakan pada kaki dan pergelangan kaki terutama dihasilkan oleh dua belas otot ekstrinsik, yang berasal dari bagian luar kaki dan masuk ke dalam kaki. Otot-otot ini terbagi dalam empat kompartemen. Kompartemen anterior terdiri dari empat otot, yaitu: tibialis anterior, ekstensor

digitorum longus, ekstensor halusis longus, dan peroneus tertius. Tibialis anterior dan ekstensor halusis longus menghasilkan dorsofleksi dan inversi kaki. Peroneus tertius menghasilkan dorsofleksi dan eversi kaki. Ekstensor digitorum longus hanya menghasilkan dorsofleksi kaki. Kompartemen lateral terdiri dari dua otot, yaitu: peroneus longus dan peroneus brevis, yang menghasilkan plantarfleksi dan eversi kaki. Kompartemen posterior terdiri dari tiga otot, yaitu: gastroknemius, soleus, dan plantaris, yang berperan terhadap plantarfleksi kaki. Kompartemen posterior dalam terdiri dari tiga otot, yaitu: tibialis posterior, flektor digitorum longus, dan flektor hallucis longus, yang menghasilkan plantarfleksi dan inversi kaki. Otot-otot intrinsik memberikan lebih banyak dukungan daripada otot-otot ekstrinsik, karena gerakan apa pun akan melibatkan otot-otot intrinsik. Namun, total dukungan otot pada lengkungan diperkirakan hanya menanggung sekitar 15% sampai 20% dari total tekanan pada lengkungan.⁸

Sendi pergelangan kaki mengalami plantar fleksi setelah tumit naik yang menyebabkan sendi metatarsophalangeal dorsofleksi. Aponeurosis plantar berkontraksi dan mengangkat lengkungan longitudinal pada kepala metatarsal yang meningkatkan stabilitas kaki. Kaki sangat stabil pada titik ini dan siap untuk *toe-off*. Stabilitas ini disebabkan oleh efek pronasi kaki belakang dan mesin kerek serta bantalan beban. Setelah *toe-off*, tibia berputar ke medial yang menyebabkan pronasi *hindfoot*, dan kaki menjadi fleksibel untuk mengikuti fase *swing*.⁹ Gerakan yang terjadi pada sendi pergelangan kaki ialah plantar fleksi (0° s/d 50°) dan dorsofleksi (0° s/d 20°). Gerakan pada sendi subtalar termasuk inversi ($0-35^{\circ}$) dan eversi ($0-15^{\circ}$). Gerakan abduksi dan adduksi terjadi pada sendi midtarsal. Pronasi terdiri dari eversi, abduksi, dan dorsofleksi, sedangkan supinasi terdiri dari inversi, adduksi, dan fleksi plantar.⁹ Berat badan didistribusikan 50% pada kedua kaki, 50% di kaki belakang dan 50% di kaki depan dalam proporsi enam unit di kalkaneus, dua unit di kepala metatarsal pertama, dan masing-masing satu di bagian kepala metatarsal lainnya yang merupakan titik kontak tanah masing-masing.⁹ Antara *heel strike* dan *push-off*, dorsofleksi sendi pergelangan kaki memungkinkan tubuh untuk bergerak maju, beban dipindahkan dari tumit ke jari kaki saat gerakan maju terjadi. Selama berjalan biasa, beban vertikal yang diterapkan pada kaki kira-kira sama dengan berat badan, sedangkan selama berlari beban vertikal meningkat menjadi dua setengah kali berat badan. Berat ditanggung untuk waktu yang lebih lama di daerah kepala metatarsal selama *heel strike* ke *toe-off*, terlebih lagi konsentrasi tekanan tertinggi terdapat pada kepala metatarsal kedua dan ketiga.⁹

Kerusakan yang Ditimbulkan Penyakit Charcot pada Struktur Kaki

Meskipun terdapat sejumlah faktor risiko terkait diabetes yang mempengaruhi terjadinya ulserasi, neuropati perifer biasanya merupakan faktor utama. Ulkus kaki diabetik berkembang sebagai respons terhadap tekanan yang ditempatkan pada permukaan plantar kaki. Individu dengan sensasi protektif utuh pada kaki mungkin secara sadar atau tidak sadar mengubah aktivitas mereka sebagai respons terhadap tekanan yang diberikan pada kaki. Tanpa sensasi nyeri, individu dengan neuropatik tidak mendeteksi peradangan dan akhirnya terjadi autolisis jaringan lunak di bawah tonjolan tulang kaki. Oleh karena itu, tanda pertama terjadinya masalah seringkali ditemukan melalui pengamatan visual dari ulkus yang mulai berkembang. Perkembangan ulkus dapat semakin memburuk dengan perubahan mengarah ke artropati Charcot. Kondisi ini dapat menyebabkan remodeling anatomi kaki yang mengakibatkan peningkatan tekanan pada bagian tengah kaki, sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya ulserasi di tempat tersebut (Gambar 1).^{3,10}

Terdapat dua teori yang menjadi penyebab dan tidak hanya terjadi pada patogenesis artropati Charcot yaitu teori neurovaskular dan neurotraumatik. Teori neurovaskular didasarkan pada interaksi neurologik dan vaskular yang menghasilkan penyerapan tulang berlebihan. Teori neurotraumatik menyatakan bahwa lesi traumatik awal pada tulang, tulang rawan, kapsul, ligamen, dan atau penyisipan tendon di kaki neuropatik diperlukan untuk memulai artropati Charcot. Menahan beban berkelanjutan tanpa menggunakan strategi defensif seperti menjaga, mengurangi beban, atau membatasi aktivitas memicu perubahan dan memperbesar kemungkinan terjadinya kaki Charcot. Penerapan stres berkelanjutan pada kaki dan pergelangan kaki menyebabkan fraktur



Gambar 1. Gambaran klinis dari kaki kanan dengan neuropati Charcot disertai kontraktur *M. triceps surae* dan inklinasi plantar dari kalkaneus (panah hitam), instabilitas kaki, dan kolapsnya punggung kaki depan (panah putih). Sumber: Kucera et al, 2016.³

dan/atau dislokasi struktur rangka kaki dan pergelangan kaki. Karena stres pada kaki merupakan pencetus utama artropati Charcot, maka manajemen fisik dari kondisi ini ialah terpenting.¹⁰

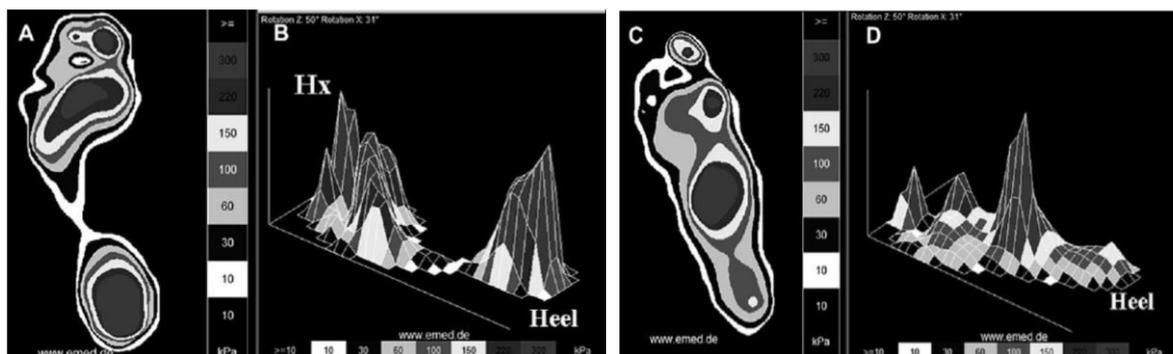
Osteoartropati neuropatik pada kaki dipicu oleh lesi traumatik awal pada tulang, kartilago, kapsul, ligamen dan/atau insersi tendon pada kaki yang tidak sensitif. Cedera ini bukan merupakan komponen penyebab yang cukup dari kaki Charcot, karena dampak mekanis tambahan diperlukan untuk menghasilkan gambaran lengkap dari kondisi dengan kerusakan serta deformitas tulang dan sendi yang khas. Tingkat beban mekanis dari bantalan beban secara langsung terkait dengan perkembangan dan luasnya deformitas kaki Charcot. Studi penelitian membuktikan adanya hubungan dosis-respons antara menahan beban yang tidak terkontrol dan perkembangan deformitas kaki Charcot pada pasien neuropatik dengan cedera tulang kaki non-fraktur.¹¹

Berat badan dan durasi ambulasi merupakan faktor risiko yang memicu cedera tulang kaki berkembang menjadi deformitas Charcot. Oleh karena itu, berat badan dan waktu ambulasi tanpa pelindung sebagai pengganti intensitas gaya beban. Dalam ortopedi dan biomekanik, gaya yang bekerja pada kaki dinyatakan dalam % berat badan (mewakili gaya gravitasi pada kaki selama berdiri). Misalnya, pada orang dewasa, gaya vertikal jarang melebihi 120% berat badan saat berjalan, sedangkan saat berlari mendekati 275%.¹¹

Jika lengkungan kaki telah rusak selama fase akut, tulang secara permanen "menyembuhkan" dalam posisi ini. Kaki Charcot ialah manifestasi paling luas dari neuro-osteartropati kaki, dimana penghancuran osteoartikular tulang dan sendi yang menahan beban menghasilkan lengkungan terbalik dan bagian bawah kaki menjadi tidak stabil. Anatomi kaki yang dimodifikasi menghasilkan peningkatan tekanan di bagian dalam kaki tengah. Gambar 2 menampilkan profil tekanan kaki sehat (A dan B) dengan puncak di tumit, kepala metatarsal, dan haluks. Juga terlihat profil kaki Charcot (C dan D) dengan peningkatan tekanan yang besar di bagian tengah kaki. Hasil dari perubahan anatomi dan distribusi tekanan pada kaki selanjutnya ialah peningkatan risiko ulserasi.¹⁰

Penanganan Bedah pada Neuroartropati Charcot

Penelitian tinjauan sistematik oleh Lowery et al¹² membahas mengenai penanganan neuroartropati melalui metode pembedahan Charcot. Prosedur pembedahan yang dilakukan meliputi amputasi, artrodesis, pembersihan ulkus, drainase infeksi, eksostektomi dan laporan kasus penggantian pergelangan kaki total. Dari 1.143 pasien yang diteliti, lokasi anatomis dari prosedur pembedahan dapat ditentukan pada 897 pasien. Terdapat 263 prosedur pada pergelangan kaki (29,3%), 100 prosedur kaki belakang (11,1%) dan 534 prosedur kaki tengah (59,5%). 43 dari 54 penelitian melakukan artrodesis sendi sebagai pilihan pengobatan, baik tunggal maupun bersamaan dengan prosedur lain. Tingkat penggabungan pasien yang termasuk dalam studi ini ialah 76% dengan tingkat amputasi sebesar 1,2%.¹²



Gambar 2. Penggambaran puncak tekanan dua dimensi (2-D) dan 3-D (tanda panah putih) dari satu langkah pada kaki yang sehat (A dan B) dan penggambaran tekanan puncak 2-D dan 3-D dari satu langkah dengan lengkung kolaps yang diinduksi artropati Charcot (C dan D). Hx, Hallux. Sumber: Crew dan Wrobel, 2008.¹⁰

Sebagian besar operasi sebelumnya hanya dilakukan pada tahap kronis dan tidak pada tahap aktif. Pada tahap aktif, terdapat reaksi inflamasi dengan edema dan osteoporosis, sehingga sulit untuk meningkatkan kemungkinan penyembuhan. Operasi pada tahap kronis memungkinkan koreksi yang lebih mudah dibandingkan pada deformitas tetap. Indikasi pembedahan pada stadium aktif ialah ketidakstabilan berat, perkembangan deformitas, pencegahan dislokasi fragmen oleh kontraksi otot, dan kegagalan umum pengobatan konservatif.³

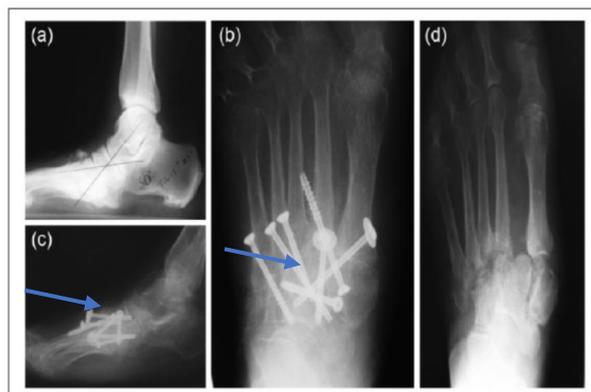
Penilaian pre-operasi harus mencakup pengetahuan tentang status ambulasi pasien, kualitas jaringan lunak, dan ada tidaknya infeksi. Peningkatan hemoglobin A1c menunjukkan kontrol hiperglikemik yang buruk pada diabetes. Hitung darah lengkap dan diferensial, ESR, protein C-reaktif, dan kultur darah untuk menyingkirkan osteomielitis yang mendasarinya. Dengan adanya ulserasi atau luka terbuka kronis, rekonstruksi bertahap diperlukan untuk mengubah luka yang terkontaminasi (yaitu jumlah bakteri >10⁵) atau luka yang terinfeksi menjadi luka bersih. Penilaian pre-operasi harus mencakup evaluasi vaskular menyeluruh dengan tekanan oksigen transkutan (TcPO₂), indeks brakialis pergelangan kaki, dan penekanan jari kaki untuk mendokumentasikan bukti perfusi arteri yang cukup ke ekstremitas.⁴

Pencitraan CT kaki sering diperlukan untuk perencanaan bedah osteotomi. Radiografi polos bantalan beban pada kaki dan pergelangan kaki sangat membantu untuk penilaian keselarasan mekanis segmen kaki, tingkat kerusakan tulang dan deformitas. Derajat deformitas *midfoot* diukur dengan menghitung *calcaneal pitch*, *Meary's angle*, dan *dorsoplantar talo-first metatarsal angle*.¹³

Artrodesis dengan Pelat dan Sekrup

Fiksasi internal yang digunakan dalam artrodesis untuk neuroartropati pergelangan kaki Charcot dapat mencakup sekrup tulang *cancellous* 6,5-, 7,0-, atau 7,3-mm, pelat terkunci, dan *staples*. Fiksasi sekrup dengan sekrup yang lebih kecil dapat berguna pada artrodesis kaki bagian tengah, tetapi beberapa sekrup mungkin diperlukan karena risiko kegagalan perangkat keras.¹⁴

Tujuan perawatan bedah ialah untuk mempertahankan aktivitas fungsional, mengembalikan stabilitas dan keselarasan kaki, memungkinkan kaki sebagai penyangga, dan mencegah amputasi (Gambar 3).^{4,14} Manajemen bedah yang dilaporkan dari neuroartropati Charcot termasuk eksostektomi penonjolan tulang, *debridement*, reseksi-pensejajaran kembali, artrodesis, reduksi terbuka dan fiksasi internal, pemanjangan tendon Achilles, pencangkokan tulang autologus, fiksasi eksternal, dan amputasi.⁴ Kontraindikasi artrodesis meliputi: 1) Penyakit Charcot stadium 1; 2) Nutrisi yang buruk atau diabetes tidak terkontrol; 3) Penyakit vaskular perifer yang parah; 4) Infeksi jaringan lunak atau tulang yang aktif; 5) Pasien yang tidak patuh; dan 6) Cadangan tulang yang buruk untuk fiksasi.¹⁴



Gambar 3. Seorang wanita dengan Eichenholtz tingkat III deformitas kaki non-plantigrade. (a dan d) radiografi anteroposterior sebelum operasi dan lateral weight-bearing; (b dan c) radiografi setelah operasi disertai reseksi artrodesis kaki bagian tengah dengan fiksasi sekrop multipel (tanda panah biru). Sumber: Idusuyi, 2015⁴

Fiksasi statik pergelangan kaki IM retrograd sering digunakan karena keuntungan mekanis dari prosedur bedah ini. Tindakan ini dapat memberikan pasien dengan fiksasi yang stabil sehingga perangkat immobilisasi eksternal tambahan seperti plester atau brace umumnya dirasa tidak perlu. Tingkat penyatuan tulang bervariasi antara 88% dan 100% di antara pasien nondiabetes yang diobati tanpa immobilisasi tambahan.¹⁰

Artrodesis Kaki Tengah

Neuroartropati Charcot pada bagian *midfoot* biasanya muncul dengan deformitas *rocker bottom*, paling sering melalui sendi tarsometatarsal dan/atau midtarsal. Hal ini sering dikaitkan dengan abduksi dan pronasi kaki depan. Ulkus berkembang di atas tonjolan tulang, sering pada bagian medial karena *cuneiform medial* yang diekstrusi atau lateral yang berbentuk kubus. Navikular, kepala talar dan dasar metatarsal ke-5 merupakan area lain dari penonjolan tulang.¹³

Dalam pola subluksasi/dislokasi dorsal, kaki depan terlepas dari kaki belakang dan subluksasi atau terkilir ke punggung menyebabkan hilangnya sebagian atau seluruh kontak tulang normal pada persambungan ini. Deformitas ini sering disebabkan oleh keterlibatan sendi tarsal transversal dalam proses Charcot yang mengakibatkan miringnya *talus plantar wards* bersama dengan kalkaneus karena persambungan talokalkaneal yang utuh, yang mengakibatkan berkurangnya sudut dari kalkaneus terhadap lantai. Pola adduksi kaki depan jarang terjadi dan biasanya berhubungan dengan fraktur basis metatarsal lateral dan disfungsi peroneus brevis.¹³

Tujuan utama pada artrodesis kaki bagian tengah neuroartropati Charcot ialah untuk membentuk kemampuan jalan ekstremitas bawah yang fungsional dengan memulihkan kaki *plantigrade* yang stabil tanpa kerusakan kulit yang tersisa. Pada infeksi *midfoot* dan atau osteomielitis, intervensi bedah bertahap mungkin diperlukan untuk mencegah infeksi diikuti dengan rekonstruksi definitif.¹⁶

Evaluasi Pasca Operasi

Semua pasien diperiksa untuk pemeriksaan tindak lanjut klinis dan radiologis. Penyertaan skoring digunakan untuk evaluasi klinis sebelum dan sesudah operasi: skor *American Orthopedic Foot and Ankle Society (AOFAS)* – Skala Hindfoot, *Foot Function Index (FFI)*, *Foot and Ankle Outcome Score (FAOS)*, dan *visual analogue scale* untuk nyeri (VAS). Berdasarkan VAS, 0 mencerminkan tidak ada nyeri sedangkan 10 mencerminkan intensitas nyeri maksimum. Radiografi penahan beban standar pada kaki dan pergelangan kaki diperoleh pasca operasi. Radiografi pada 12 minggu pasca operasi termasuk pandangan anteroposterior, lateral, dan mortise pergelangan kaki, serta pandangan dorsoplantar dan Saltzman pada kaki.¹⁷

Perawatan Pasca Operasi

Menurut Kucera et al,³ perawatan pasca operasi tergantung pada jenis deformitas yang dikoreksi, implan yang digunakan (fiksasi internal atau eksternal), perjalanan penyembuhan, apakah ekstremitas kontralateral terpengaruh atau tidak, dan kemampuan menahan beban pada ekstremitas yang telah dioperasi. Secara umum banyak perhatian harus diberikan pada *off-loading* yang tepat pada tahap awal dan subakut pasca operasi dan dalam kasus neuroartropati Charcot kronis dalam hal lokalisasi. fiksasi internal dilengkapi dengan gips biasanya selama tiga sampai empat bulan. Setelah fiksator eksternal atau fiksasi gips dilepas, ortosis individu diterapkan, dan bantalan beban ditingkatkan secara bertahap dengan pengurangan pembatasan waktu dan kecepatan berjalan. Waktu yang cocok untuk menggunakan ortosis ialah hingga satu tahun. Setelah periode ini sepatu ortopedi individu biasanya dibuat. Tindak lanjut seumur hidup termasuk diabetes, nutrisi, dan pengendalian infeksi dengan pengobatan antibiotik sangat penting.³

Penggunaan *total contact cast* (TCC) memiliki tingkat pembuktian = IV (berdasarkan Case series) (Gambar 4).¹⁸ Rerata waktu untuk istirahat dan imobilisasi (*casting* dilanjutkan dengan *removable cast walker*) dengan menggunakan pelindung kaki permanen berkisar 4-12 bulan (Gambar 5). Kaki harus sering dipantau selama masa perubahan ke pelindung permanen untuk memastikan proses inflamasi akut tidak muncul kembali.¹⁵ *Total contact cast* mengistirahatkan kaki dan pergelangan kaki yang terkena, mengurangi tekanan dan pembengkakan plantar kaki, melindungi dari trauma tambahan, membatasi tegangan gesekan pada kulit, dan mempertahankan mobilitas pasien. Adanya *cast* membatasi pasien untuk mandi dan diperlukan pemeriksaan luka setiap hari. Komplikasi dari TCC sering terjadi, termasuk maserasi kulit, ulserasi, dan perkembangan deformitas.¹⁹ Durasi pengobatan TCC tergantung pada respon pasien, tetapi dianjurkan bahwa *casting* dilanjutkan sampai perbedaan suhu kurang dari 2°C antara kaki Charcot yang terkena dan yang normal selama 4-6 minggu berturut-turut, dan adanya tanda-tanda penyembuhan secara radiografi.⁵



Gambar 4. *Total contact cast* (TCC) yang menggambarkan mekanisme dalam menghilangkan beban dan imobilisasi. Sumber: Rogers, 2011.¹⁵



Gambar 5. Sebuah *removable cast walker* (RCW) dengan lapisan luar perban kohesif. Sumber: Rogers, 2011.¹⁵

Terkait penggunaan alat bantu jalan yang dapat dilepas, sebagai tanda klinis bila pembengkakan, kehangatan, dan eritema berkurang dan penghancuran tulang berhenti, pasien dapat berkembang dari TCC atau iTCC ke alat bantu jalan yang dapat dilepas. Saat menggunakan alat bantu jalan, pasien harus diinstruksikan untuk melepasnya hanya saat tidur atau mandi. Rerata waktu yang dibutuhkan untuk kombinasi TCC dan penggunaan *cast walker* yang dapat dilepas telah dilaporkan 3 sampai 6 bulan.¹⁰

Dalam hal penggunaan sepatu, pada stadium III, fokus perawatan beralih dari meminimalkan

remodeling struktur rangka ke pencegahan ulserasi akibat deformitas. Ulkus kaki diabetik berkembang sebagai respon terhadap tekanan berlebihan dan gaya gesek yang diterapkan pada kaki. Deformitas kaki yang parah atau *remodeling ankle* mungkin memerlukan *ankle foot orthosis* (AFO) atau *Charcot restraint orthotic walker* (CROW). Kaki belakang yang tidak stabil atau rusak mendapatkan manfaat dari penyangga *patellar tendon bearing* (PTB) dan sepatu khusus.¹⁰

Simpulan

Kaki Charcot merupakan komplikasi sangat serius dari diabetes yang mengancam anggota tubuh, dapat dikaitkan dengan neuropati perifer yang sudah ada sebelumnya dan diperparah oleh beberapa derajat trauma. Diagnosis seringkali terlewatkan yang dapat menyebabkan kerusakan lebih lanjut. Respon hipervaskularisasi disertai dengan osteopenia, patah tulang, dan dislokasi dapat dengan cepat berkembang menjadi deformitas kaki yang parah sebagai akibat dari menahan beban secara terus-menerus. Oleh karena itu, merupakan kewajiban bagi pasien untuk melakukan konsultasi pada praktisi kesehatan untuk diagnosis lebih awal serta mencegah perkembangan fase destruktif dan memberikan pengobatan yang tepat. Hingga saat ini, penanganan secara *non-weight bearing* dan imobilisasi merupakan penanganan paling efektif terhadap kaki Charcot tahap aktif, disertai dengan pertimbangan untuk melakukan pembedahan dalam memaksimalkan fungsional kaki.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Pinzur MS. An evidence-based introduction to charcot foot arthropathy. Loyola University Health System: Foot & Ankle Orthopaedics. 2018;1-7. Doi: 10.1177/2473011418774269
2. Brockett CL, Chapman GJ. Biomechanics of the ankle. United Kingdom: Elsevier; 2016.
3. Kucera T, Shaikh HH, Sponer P. Charcot neuropathic arthropathy of the foot: a literature review and single-center experience. Czech Republic. J Diab Res. 2016;2016:3207043. Available from <http://dx.doi.org/10.1155/2016/3207043>
4. Idusuyi OB. Surgical management of charcot neuroarthropathy. Prosthetics and orthotics international. USA. Prosthet Orthot Int. 2015;39(I):61-72. Doi: 10.1177/0309364614560939
5. Griffiths DA, Kaminski MR. Duration of total contact casting for resolution of acute Charcot foot: a retrospective cohort study. J Foot Ankle Res. 2021;14(1):44. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13047-021-00477-5>
6. Safavi PS, Jupiter D, Panchbhavi V. A systematic review of current surgical interventions for charcot neuroarthropathy of the midfoot. The Journal of Foot & Ankle Surgery. 2017:1-4. Available from: <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2017.06.011>.
7. Wang Y, Zhou J, Yan F, Li G, Duan X, Pan H, et al. Comparison of arthrodesis with total contact casting for midfoot ulcerations associated with Charcot neuroarthropathy. Med Sci Monit. 2015;21: 2141-8.
8. Lippert LS. Anatomy and Kinesiology (5th ed). Philadelphia: F.A Davis Company; 2011.
9. Dhillon S, Dhillon MS, Arumugam S, Gowda PK, Chhabra M, Kumar P. Foot biomechanics and relation to the gait cycle. J Foot Ankle Surg (Asia Pacific) (JFAS-AP). 2018;5(2):68-72.
10. Crew MS, Wrobel JS. Physical management of the charcot foot. Clin Podiatr Med Surg. 2008;25(1):71-9. Doi: 10.1016/j.cpm.2007.10.009
11. Kimmerle R, Chantelau E. Weight-bearing intensity produces charcot deformity in injured neuropathic feet in diabetes. Exp Clin Endocrinol Diabetes. 2007;115(6):360-4. Doi: 10.1055/s-2007-970578
12. Lowery NJ, Woods JB, Armstrong DG, Wukich DK. Surgical management of Charcot neuroarthropathy of the foot and ankle: a systematic review. Foot Ankle Int. 2012;33((2):113-21. Doi: 10.3113/FAI.2012.0113.
13. Kavarthapu V, Alexandros V. Charcot midfoot reconstruction—surgical technique based on deformity patterns. Ann Joint. 2020;5:28.
14. Galhoum AE, Ella MMA. Charcot ankle neuroarthropathy pathology, diagnosis and management: a review of literature. MOJ Orthopedics and Rheumatology. 2016;6(2):00218. Doi: 10.15406/

mojor.2016.06.00218

15. Rogers LC, Frykberg RG, Armstrong DG, Boulton AJM, Edmonds M, Van GH, et al. The Charcot foot in diabetes. *Diab Care*. 2011;34(9):2123_9. Doi: 10.2337/dc11-0844
16. Ramanujam CL, Zgonis T. Stepwise approach to Charcot midfoot reconstruction and external fixation. *Diabetic Foot & Ankle*. 2016;7:27751. Doi: 10.3402/dfa.v7.27751
17. Chraim M, Krenn S, Alrabai HM, Trnka HJ, Bock P. Mid-term follow-up of patients with hindfoot arthrodesis with retrograde compression intramedullary nail in Charcot neuroarthropathy of the hindfoot. *Bone Joint J*. 2018;100-B(@):190-6. Doi:10.1302/0301-620X.100B2
18. Milne TE, Rogers JR, Kinnear EM, Martin HV, Lazzarini PA, Quinton TR, et al. Developing an evidence-based clinical pathway for the assessment, diagnosis and management of acute Charcot neuro-arthropathy: a systematic review. *J Foot Ankle Res (JFAR)*. 2013;6(1):30. Doi: 10.1186/1757-1146-6-30.
19. Verity S, Sochocki M, Embil JM, Trepman E. Treatment of Charcot foot and ankle with a prefabricated removable walker brace and custom insole. *Foot Ankle Surg*. 2008;14(1):26–31. Doi: 10.1016/j.fas.2007.10.002