



KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR HK.01.07/MENKES/270/2019
TENTANG
PEDOMAN NASIONAL PELAYANAN KEDOKTERAN
PENATALAKSANAAN FRAKTUR

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang : a. bahwa penyelenggaraan praktik kedokteran harus dilakukan sesuai dengan standar pelayanan kedokteran yang disusun dalam bentuk Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran dan standar prosedur operasional;
- b. bahwa untuk memberikan acuan bagi fasilitas pelayanan kesehatan dalam menyusun standar prosedur operasional perlu mengesahkan Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran yang disusun oleh organisasi profesi;
- c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Keputusan Menteri Kesehatan tentang Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Penatalaksanaan Fraktur;
- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 29 Tahun 2004 tentang Praktik Kedokteran (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 116, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4431);
2. Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 144, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5063);

3. Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2014 tentang Tenaga Kesehatan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 298, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5607);
4. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 269/Menkes/Per/III/2008 tentang Rekam Medis;
5. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1438/Menkes/Per/2010 tentang Standar Pelayanan Kedokteran (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2010 Nomor 464);
6. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2052/Menkes/Per/X/2011 tentang Izin Praktik dan Pelaksanaan Praktik Kedokteran (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2011 Nomor 671);
7. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 64 Tahun 2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Kesehatan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 1508) sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 30 Tahun 2018 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 64 Tahun 2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Kesehatan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2018 Nomor 945);

Memperhatikan : Surat Pengurus Perhimpunan Dokter Spesialis Orthopaedi dan Traumatologi Indonesia Nomor 257/SKP/V/18/ZNH tanggal 1 Mei 2018;

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN TENTANG PEDOMAN NASIONAL PELAYANAN KEDOKTERAN PENATALAKSANAAN FRAKTUR.

KESATU : Mengesahkan dan memberlakukan Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Penatalaksanaan Fraktur.

KEDUA : Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Penatalaksanaan Fraktur, yang selanjutnya disebut PNPk Penatalaksanaan

Fraktur merupakan pedoman bagi dokter sebagai pembuat keputusan klinis di fasilitas pelayanan kesehatan, institusi pendidikan, dan kelompok profesi terkait.

- KETIGA : PNPk Penatalaksanaan Fraktur sebagaimana dimaksud dalam Diktum KEDUA tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Keputusan Menteri ini.
- KEEMPAT : PNPk Penatalaksanaan Fraktur sebagaimana dimaksud dalam Diktum KETIGA harus dijadikan acuan dalam penyusunan standar prosedur operasional di setiap fasilitas pelayanan kesehatan.
- KELIMA : Kepatuhan terhadap PNPk Penatalaksanaan Fraktur sebagaimana dimaksud dalam Diktum KETIGA bertujuan memberikan pelayanan kesehatan dengan upaya terbaik.
- KEENAM : Penyesuaian terhadap pelaksanaan PNPk Penatalaksanaan Fraktur dapat dilakukan oleh dokter hanya berdasarkan keadaan tertentu yang memaksa untuk kepentingan pasien, dan dicatat dalam rekam medis.
- KETUJUH : Menteri Kesehatan, gubernur, dan bupati/wali kota melakukan pembinaan dan pengawasan terhadap pelaksanaan PNPk Penatalaksanaan Fraktur dengan melibatkan organisasi profesi.
- KEDELAPAN : Keputusan Menteri ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 10 Mei 2019

MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA,

ttd

NILA FARID MOELOEK

LAMPIRAN
KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR HK.01.07/MENKES/270/2019
TENTANG
PEDOMAN NASIONAL PELAYANAN
KEDOKTERAN PENATALAKSANAAN
FRAKTUR

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Fraktur adalah diskontinuitas atau kerusakan struktur jaringan tulang, tulang rawan atau epifisis. Fraktur merupakan salah satu masalah kesehatan baik di dunia maupun di Indonesia. WHO mendeklarasikan tahun 2000-2010 sebagai dekade tulang dan sendi akibat tingginya permasalahan muskuloskeletal terutama fraktur. Di Amerika, insiden semua tipe fraktur mencapai 21 per 1000 penduduk. Sementara di Skotlandia, pada tahun 2007-2008 insidensi fraktur pada orang dewasa mencapai 13.4 per 1000 penduduk.³ Laki-laki memiliki insiden yang lebih tinggi dibandingkan wanita. Kebanyakan kasus fraktur berkaitan dengan kecelakaan lalu lintas, cedera olahraga, jatuh dan penyerangan. Berdasarkan hasil riset kesehatan dasar tahun 2013, prevalensi fraktur mencapai 5,8%. Jalan raya menduduki peringkat nomor satu sebagai tempat paling sering terjadinya cedera (42,8%). Sedangkan penyebab cedera terbanyak secara seimbang didominasi oleh kecelakaan sepeda motor (40,6%) dan terjatuh (40,9%). Jumlah kasus fraktur yang ditangani di bagian Orthopaedi dan Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia – Rumah Sakit dr. Cipto Mangunkusumo sendiri selama tahun 2007 mencapai 784 kasus dan 27% diantaranya memerlukan tindakan rekonstruksi baik dengan ataupun tanpa tandur tulang.

Kasus fraktur juga memiliki risiko yang tinggi apabila tidak dilakukan tata laksana adekuat. Pembiayaan yang dibutuhkan untuk penatalaksanaan fraktur tunggal bervariasi antara 60 juta hingga 200 juta IDR. Berdasarkan hubungan dengan dunia luar, fraktur dapat dibagi

menjadi fraktur terbuka dan fraktur tertutup. Secara klinis fraktur terbuka memiliki risiko dan komplikasi yang lebih berbahaya serta memerlukan penatalaksanaan yang cepat. Prinsip penanggulangan fraktur tetap memprioritaskan survei primer yang meliputi *airway*, *breathing*, dan *circulation* serta penatalaksanaan awal yaitu *cardiopulmonary resuscitation* jika diperlukan. Setelah dilakukan survei primer dilanjutkan dengan survei sekunder yang meliputi pemeriksaan penunjang termasuk pemeriksaan radiologi.

Berbagai macam metode tata laksana definitif fraktur dapat dilakukan mulai dari nonoperatif hingga operatif. Tata laksana operatif meliputi pemasangan fiksasi interna dan fiksasi eksterna. Menurut salter, penting mengetahui indikasi dan kontraindikasi dalam pemilihan tata laksana fraktur. Tidak selamanya ada kesamaan pendapat diantara para ahli mengenai pemilihan terapi pada suatu kasus fraktur. Pemilihan tata laksana definitif juga disesuaikan dengan kemampuan fasilitas rumah sakit.

Melihat permasalahan di atas, diperlukan adanya suatu panduan penatalaksanaan khusus yang menjadi panduan dalam menangani kasus fraktur di Indonesia yang bersifat nasional. Pedoman ini berisi tata laksana awal hingga tata laksana definitif serta sistem komunikasi dan perujukan bagi semua tingkat fasilitas kesehatan di Indonesia. Diharapkan PNPK ini dijabarkan menjadi panduan pelayanan klinis di institusi/fasilitas layanan kesehatan.

BAB II
METODOLOGI

A. Pertanyaan klinis utama

Pertanyaan klinis utama yang digunakan dalam pembuatan pedoman ini adalah bagaimana penatalaksanaan fraktur secara komprehensif.

B. Penelusuran pustaka

Kepustakaan ditelusuri melalui berbagai *database* jurnal antara lain: MEDLINE, Scopus, EBSCO, Cochrane, dan AOTrauma. *Fracture, diagnosis, treatment* dan *prognosis* adalah kata kunci yang digunakan. Jenis bukti yang ditelaah antara lain metaanalisis, ulasan sistematis, uji klinis acak terkontrol/RCT, uji klinik terkontrol, kohort, *case control*, dan *case series*. Buku pedoman penatalaksanaan fraktur dari luar negeri juga menjadi acuan dalam penyusunan PNPk ini. Sumber bukti yang didapatkan di bagi berdasarkan peringkat kepercayaan.

C. Telaah kritis

Sumber bukti yang telah didapatkan didiskusikan oleh para ahli dibidang Orthopaedi dan Traumatologi. *Peer Group* PNPk terdiri atas dokter spesialis Orthopaedi dan Traumatologi. Isi buku panduan ini akan dikaji oleh fasilitas kesehatan lainnya untuk menjadi panduan pelayanan klinis di institusi masing-masing disesuaikan dengan kemampuan fasilitas dan sumber daya yang ada.

D. Peringkat bukti

Setiap studi ilmiah yang didapat dinilai berdasarkan *evidence based medicine*, ditentukan *level of evidence* yang diklasifikasikan berdasarkan definisi dari *Oxford Center for Evidence Based Medicine* tahun 2011 yang membagi dalam 5 derajat bukti.

Tabel 1. Derajat Bukti

Sumber : *Oxford Center for Evidence Based Medicine*, 2011

Question	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
How common is the problem?	<i>Local and current random sample</i>	<i>Systematic review of surveis that allow</i>	<i>Local non-random sample**</i>	<i>Case-series**</i>	<i>n/a</i>

Question	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
	Surveys (or censuses)	matching to local circumstances**			
Is this diagnostic or monitoring test accurate? (Diagnosis)	Systematic review of cross sectional studies with consistently applied reference standard and blinding	Individual cross sectional studies with consistently applied reference standard and blinding	Non-consecutive studies, or studies without consistently applied reference standards**	Case-control studies, or "poor or non-independent reference standard**	Mechanism-based Reasoning
What will happen if we do not add a therapy? (Prognosis)	Systematic review of inception cohort studies	Inception cohort studies	Cohort study or control arm of randomized trial*	Case-series or casecontrol studies, or poor quality prognostic cohort study**	n/a
Does this intervention help? (Treatment Benefits)	Systematic review of randomized trials or n-of-1 trials	Randomized trial or observational study with dramatic effect	Non-randomized controlled cohort/follow-up study**	Case-series, case-control studies, or historically controlled studies**	Mechanism-based reasoning
What are the COMMON harms? (Treatment Harms)	Systematic review of randomized trials, telaah sistematis of nested case-control studies, n-of-1 trial with the patient you are raising the question about, or observational study with dramatic effect	Individual randomized trial or (exceptionally) observational study with dramatic effect	Non-randomized controlled cohort/follow-up study (post-marketing surveillance) provided there are sufficient numbers to rule out a common harm. (For long-term harms the duration of	Case-series, case-control, or historically controlled studies**	Mechanism-based reasoning
What are	Systematic	Randomized	duration of	Case-	Mechani

Question	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
the RARE harms? (Treatment Harms)	review of randomized trials or n-of-1 trial	trial or (exceptionally) observational study with dramatic effect	follow-up must be sufficient.**	series, case-control, or historically controlled studies**	sm-based reasoning
Is this (early detection) test worthwhile? (Screening)	Systematic review of randomized Trials	Randomized trial	Non-randomized controlled cohort/follow-up study**	Case-series, case-control, or historically controlled studies**	Mechanism-based reasoning

Keterangan:

- * Level may be graded down on the basis of study quality, imprecision, indirectness (study PICO does not match questions PICO), because of inconsistency between studies, or because the absolute effect size is very small; Level may be graded up if there is a large or very large effect size.
- ** As always, a systematic review is generally better than an individual study.

E. Derajat rekomendasi

Derajat rekomendasi yang menjadi panduan pada *Oxford Center for Evidence Based Medicine* membagi dalam 4 derajat, yaitu:

1. A untuk *evidence* yang termasuk dalam derajat I
2. B untuk *evidence* yang termasuk dalam derajat II atau III
3. C untuk *evidence* yang termasuk dalam derajat IV
4. D untuk *evidence* yang termasuk dalam derajat V

BAB III PEMBAHASAN

A. **Identifikasi fraktur**

Fraktur adalah kerusakan struktur kontinuitas jaringan tulang. Fraktur dapat disebabkan akibat insiden trauma, stress repetitif atau melemahnya tulang secara abnormal (fraktur patologis). Fraktur akibat trauma terjadi secara tiba-tiba disebabkan gaya yang kuat baik secara langsung atau tidak. Fraktur akibat stress repetitif dapat ditemukan pada atlet, penari dan tentara. Fraktur yang bersifat patologis dapat dijumpai pada penyakit-penyakit berkaitan dengan metabolik seperti osteoporosis dan penyakit paget.

Anamnesis yang dapat diperoleh adalah mekanisme terjadinya cedera diikuti dengan ketidakmampuan menggunakan tungkai yang cedera. Rasa nyeri, kebiruan dan bengkak merupakan gejala yang biasa terjadi karena fraktur melibatkan cedera jaringan lunak. Keluhan lain yang dapat ditanyakan adalah rasa baal, ketidakmampuan menggerakkan, pucat di kulit atau sianosis, darah di urin, nyeri perut, ketidakmampuan bernafas atau hilangnya kesadaran. Setelah kasus akut dapat dikendalikan, perlu juga ditanyakan mengenai cedera sebelumnya, atau abnormalitas muskuloskeletal lainnya. Anamnesis merupakan hal yang penting untuk mengetahui riwayat penyakit serta persiapan untuk dilakukan anastesi dan operasi.

Pemeriksaan fisik merupakan bagian dari survei sekunder dalam menangani pasien trauma. Untuk kasus muskuloskeletal khususnya fraktur, deformitas, dan kerusakan jaringan lunak merupakan tanda dari adanya fraktur dan penting dalam mendiagnosis fraktur khususnya pada pasien yang tidak sadar. Pemeriksaan muskuloskeletal dilakukan secara menyeluruh dari ekstremitas atas secara bilateral. Prinsip pemeriksaan muskuloskeletal meliputi *look*, *feel* dan *move*.

Look (lihat) apakah terdapat pembengkakan, memar dan deformitas yang terlihat. Penting mengetahui apakah kulit masih intak atau tidak untuk menentukan jenis fraktur terbuka atau tertutup. *Feel* melakukan palpasi pada area yang cedera dan mungkin terjadi perlunakan. Beberapa fraktur dapat terlewat jika tidak diperiksa secara detail seperti pada fraktur skaphoid yang dapat ditemukan perlunakan pada penekanan di area *anatomical snuff box*. Pemeriksaan pelvis dan *spine* perlu dilakukan

jika terjadi *high energy injury*. Vaskularisasi dan kecurigaan gangguan saraf juga perlu dilakukan. *Move* untuk mengetahui adakah krepitasi dan pergerakan abnormal yang terlihat. Penting untuk bertanya kepada pasien apakah dapat menggerakkan sendi yang lebih distal dari cedera.

Ada beberapa pemeriksaan penunjang yang dapat dilakukan. Salah satu modalitas sederhana dan wajib dilakukan adalah pemeriksaan sinar-X atau foto polos. Aturan yang wajib dilakukan dalam pemeriksaan ini adalah *rule of two*:

1. *Two view*, fraktur dapat tidak terlihat jika hanya dengan satu film xray. minimal 2 pandangan (anteroposterior dan lateral).
2. *two joints*, mencakup sendi di atas dan sendi dibawah lokasi fraktur.
3. *two limbs*, pada anak, adanya lempeng efnis dapat membingungkan. Foto polos dua tungkai bilateral dapat menjadi bahan pertimbangan.
4. *two injuries/abnormalities*, gaya yang sangat kuat pada proses trauma dapat menyebabkan cedera lebih dari satu *level*. Oleh karena itu, interpretasi x-ray harus selalu berupaya mendeteksi lebih dari satu kelainan yang diduga.
5. *two occasions*, beberapa fraktur dapat sulit dideteksi segera setelah cedera, akan tetapi pemeriksaan x-ray ulang dalam 2-3 minggu sesudahnya dapat menunjukkan lesi fraktur maupun formasi kalus. Hal ini biasa ditemukan pada kasus fraktur samar (*occult*) atau fraktur tulang-tulang aksial seperti clavikula, *scaphoid*, dan leher femur.
6. *Two examination*, yaitu bila pemeriksaan sinar-X memberikan hasil yang meragukan, dapat dipertimbangkan untuk melakukan pemeriksaan lanjutan, seperti CT-scan, MRI, USG atau *bone scintigraphy*.

Dari foto sinar-X dapat ditentukan tipe frakturnya, posisi pergeseran fragmen fraktur, keterlibatan fisis atau garis pertumbuhan, ekstensi garis fraktur ke dalam sendi, dan adanya patologi sebelum fraktur. Foto sinar-X bermanfaat untuk menilai hasil tindakan reduksi atau reposisinya, menilai hasil pemasangan implant, menilai progresivitas penyembuhan tulang, serta mendeteksi komplikasi seperti infeksi sekunder, dengan melakukan perbandingan foto terakhir atau foto sebelum tindakan. Foto sinar-X ulangan juga diperlukan selama masa penyembuhan apabila secara klinis dicurigai terdapat pergeseran dari struktur tulang, terutama pada jenis fraktur oblik, spiral, dan kominutif.

CT-scan dibutuhkan untuk mendeteksi fraktur yang ringan dan terselubung (*occult fracture*). CT-scan sangat berguna untuk menggambarkan fraktur pada tulang yang berbentuk kompleks seperti tulang belakang, tulang wajah, bagian ujung tulang panjang dan tulang pelvis, karena dengan pemeriksaan sinar-X gambaran yang diperoleh terdapat superimposisi tulang sehingga menyulitkan deteksi fraktur. Selain itu CT-scan juga dipakai untuk memperlihatkan keberhasilan penyembuhan tulang pada kasus-kasus fraktur yang kompleks. Rekonstruksi 3 (tiga) dimensi dari CT-scan juga dapat memberikan informasi tambahan yang membantu perencanaan dan evaluasi hasil operasi pada tulang kompleks.

Skintigrafi tulang juga dapat dipakai untuk mendeteksi fraktur yang terselubung pada foto sinar-X. Pemeriksaan ini sangat sensitif tetapi tidak spesifik. Skintigrafi yang normal berarti tidak ada fraktur, sedangkan hasil yang positif mengarah ke beragam kemungkinan seperti fraktur, infeksi, tumor, atau kelainan sendi. Oleh sebab itu skintigrafi masih membutuhkan konfirmasi hasil foto sinar-X atau CT-scan.

MRI sangat sensitif untuk mendeteksi edema sumsum tulang yang terjadi di sekitar garis fraktur, sehingga dapat mendeteksi fraktur yang terjadi pada trabekula tanpa fraktur kortikal, seperti pada kasus fraktur samar (*occult*) atau fraktur stress. Kelebihan lain dari MRI adalah kemampuannya untuk memperlihatkan fraktur yang melibatkan kartilago sendi atau struktur jaringan lunak, seperti tendon dan ligamen. MRI juga merupakan modalitas utama untuk mendeteksi komplikasi susunan saraf pusat pada fraktur tulang belakang dan tulang kepala.

B. **Klasifikasi fraktur terbuka dan tertutup**

Fraktur diklasifikasikan menjadi fraktur terbuka dan tertutup. Definisi fraktur terbuka adalah fraktur yang berhubungan dengan lingkungan luar melalui defek jaringan lunak. Fraktur ini biasanya disebabkan oleh trauma energi tinggi dan memiliki konfigurasi yang berbeda-beda mulai dari defek kutis, jaringan periosteum yang lepas dan tulang yang terekspos. Fraktur terbuka merupakan suatu kegawatdaruratan yang membutuhkan tata laksana cepat termasuk stabilisasi hemodinamik, pemberian antibiotik. Menurut Gustilo Anderson fraktur terbuka dibagi menjadi:

Tabel 2. Klasifikasi fraktur terbuka

Tipe Fraktur	Deskripsi	Resiko infeksi	Resiko amputasi
I	Fraktur terbuka dengan luka kulit <1 cm dan bersih	0 – 2 %	0%
II	Fraktur terbuka dengan luka kulit >1 cm tanpa kerusakan jaringan lunak berat, flap luka atau luka avulsi	2 – 7 %	0%
III	Fraktur segmental terbuka atau fraktur tunggal dengan kerusakan jaringan lunak luas atau trauma amputasi.		
IIIA	Jaringan lunak yang cukup untuk menutup luka walaupun terdapat luka laserasi berat atau flap kulit.	5 – 10 %	2.5%
IIIB	Jaringan lunak tidak cukup untuk menutup luka sehingga memerlukan tindakan rekonstruksi jaringan lunak. Adanya pelepasan periosteum	10 – 50 %	5.6%
IIIC	Semua jenis fraktur terbuka dengan kerusakan arteri yang memerlukan tindakan reparasi	25 – 50 %	25%

Fraktur tertutup adalah fraktur yang tidak memiliki hubungan dengan lingkungan luar melalui defek jaringan lunak. Fraktur tertutup dapat diklasifikasikan menjadi:

Tabel 3. Klasifikasi fraktur tertutup dengan kerusakan jaringan lunak

Tipe Fraktur	Deskripsi
0	Kerusakan jaringan lunak minimal. Kekerasan tidak langsung. Pola fraktur simple
I	Abrasi atau kotusio superfisial akibat penekanan. Konfigurasi fraktur ringan hingga sedang. Contoh: fraktur pronasi - dislokasi sendi ankle dengan lesi jaringan lunak sekitar medial malleolus
II	Dalam, abrasi yang terkontaminasi. Kompartemen sindrom. Konfigurasi fraktur yang berat. Contoh fraktur segmental tibia Deep, contaminated abrasion associated with localized skin or muscle contusion. Impending compartment syndrome. Severe fracture configuration. Example: Segmental “bumper” fracture of the tibia
III	Kontusio kulit ekstensif. Kerusakan otot yang berat. Avulsi subkutan. Kompartemen sindrom terkompensasi. Berhubungan dengan kerusakan vascular. Konfigurasi fraktur berat atau kominusi

C. **Klasifikasi fraktur berdasarkan regio**

Fraktur dapat diklasifikasikan dengan beberapa metode. Berdasarkan alfanumerik dan region, fraktur dibagi menjadi 1=*humerus*, 2=*radius/ulna*, 3=*femur*, 4=*tibia/fibula*. Digit kedua mencakup segment tulang (1=*proximal*, 2=*diafisis*, 3= *distal*, dan 4=*maleolar*). Diikuti dengan huruf yang mencakup tipe fraktur (A=*extra-artikular*, B=*wedge*, C=*complex: proximal dan distal: A extra-artikular, B partial articular, C complete articular*). 2 nomor selanjutnya mendeskripsikan morfologi detail fraktur.

D. **Penanganan fraktur (awal, sementara, definitif, konservatif, surgical)**

1. Penatalaksanaan awal

Dalam menghadapi semua pasien trauma, tenaga kesehatan haruslah memahami dan telah mengikuti pelatihan bantuan hidup dasar (*basic life support* – BLS) dan bantuan hidup trauma lanjut (*advanced trauma life support* – ATLS). Pada bantuan hidup dasar, dilakukan segala usaha menyelamatkan nyawa dari keadaan gawat darurat dengan prioritas utama menangani kegagalan akut dari sistem pernapasan (*airway* untuk obstruksi dan *breathing* untuk henti napas), sistem kardiovaskuler (henti jantung atau pendarahan berat), atau keduanya, tanpa menggunakan alat bantu khusus. Metode pertolongannya adalah dengan melakukan resusitasi jantung paru (*cardiopulmonary resuscitation* – CPR) sedini mungkin. Sedangkan ATLS melibatkan pertolongan rumah sakit yang lebih lanjut, seperti monitor jantung, defibrilasi, pemberian cairan intravena, obat-obatan, dan alat bantu jalan nafas.

Obstruksi jalan napas perlu diperhatikan pertama kali pada pasien trauma. Apabila pasien dalam keadaan tidak sadar, maka jalur napasnya dapat terhalangi oleh lidah yang terjatuh menutupi faring, atau oleh aspirasi lendir, darah, muntah, atau benda asing. Kondisi yang mengancam nyawa ini dapat ditangani dengan membaringkan pasien dalam posisi telentang, *jaw thrust*, dan membersihkan faring dengan jari. Perlu diingat untuk tetap menjaga patensi leher jika dicurigai cedera fraktur servikal. Setelah jalur napas dibebaskan,

napas buatan mungkin diperlukan apabila pasien masih tidak bernapas.

Pendarahan dapat dikontrol dengan memberikan penekanan manual kepada luka terbuka menggunakan balutan sementara. Penggunaan torniket untuk menghentikan pendarahan dilaksanakan dengan hati-hati. Penggunaan torniket yang terlalu longgar dapat hanya menahan aliran balik vena dan dapat meningkatkan pendarahan, sedangkan jika torniket terlalu ketat dapat menyebabkan kerusakan permanen pada pembuluh darah, syaraf, dan jaringan lunak lainnya. Perlu diingat juga bahwa pendarahan dapat terjadi secara internal seperti pendarahan di dalam rongga abdomen, toraks, atau kompartemen jaringan lunak. Tanda-tanda syok juga perlu diperhatikan dan mendapatkan tata laksana yang sesuai.

Rekomendasi 1. Resusitasi pasien trauma dengan fraktur tertutup

1. Pembebasan obstruksi jalan napas dengan membaringkan pasien dalam posisi telentang, *jaw thrust*, dan membersihkan faring dengan jari jika diperlukan.
II - B
2. Menjaga patensi leher jika dicurigai cedera fraktur servikal.
II - B
3. Kontrol pendarahan dengan penekanan manual kepada luka terbuka menggunakan balutan sementara, mencurigai pendarahan organ internal.
II - B
4. Mengenali tanda-tanda syok dan tata laksana yang sesuai.
II - B
5. Jenis cairan yang digunakan adalah jenis kristaloid isotonic, seperti ringer laktat atau normal saline.
II - B

2. Penatalaksanaan sementara

Setelah pertolongan pertama diberikan pada pasien, maka tindakan selanjutnya adalah membuat penilaian cepat terhadap cedera yang dialami oleh pasien secara keseluruhan, serta evaluasi fraktur yang terjadi. Sebelum dilakukan pemeriksaan penunjang untuk fraktur yang ada, maka fraktur tersebut perlu dilakukan pembidaian untuk meminimalisir nyeri dan melindungi jaringan lunak sekitar dari cedera lebih lanjut. Tujuan utama dari penatalaksanaan fraktur adalah untuk mengurangi nyeri, mendapatkan dan mempertahankan posisi yang optimal dan anatomis dari pecahan

fraktur, memungkinkan dan membantu proses penyatuan tulang, dan mengembalikan fungsi yang optimal.

Rekomendasi 2. Tujuan utama penatalaksanaan fraktur

Tujuan utama dari penatalaksanaan fraktur adalah untuk mengurangi nyeri, mendapatkan dan mempertahankan posisi yang optimal dan anatomis dari pecahan fraktur, memungkinkan dan membantu proses penyatuan tulang, dan mengembalikan fungsi yang optimal.

II – B

3. Metode penatalaksanaan definitif fraktur tertutup

Ada berbagai macam metode penatalaksanaan definitif fraktur tertutup yang tersedia saat ini. Sebelum menentukan metode tata laksana yang tepat, diperlukan pemahaman terhadap tujuan utama penatalaksanaan fraktur yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya. Menurut Salter et al, terdapat sembilan metode spesifik untuk penanganan fraktur tertutup.

Rekomendasi 3. Metode penanganan definitif fraktur tertutup

1. Proteksi saja untuk ekstremitas atas, fraktur tidak bergeser dan stabil. (II – B)
2. Imobilisasi saja untuk fraktur tidak stabil tapi dapat diterima. (II – B)
3. Reduksi tertutup dan imobilisasi untuk fraktur sulit diterima dan tidak stabil. (II – B)
4. Reduksi tertutup dengan traksi berkelanjutan. (II – B)
5. Reduksi tertutup dan penggunaan *brace* fraktur fungsional. (II – B)
6. Reduksi tertutup dan fiksasi eksternal. (II – B)
7. Reduksi tertutup dan pemasangan pin untuk fraktur *kollum femur, calcaneus*, dan *Colles*. (II – B)
8. Reduksi terbuka dan fiksasi internal. (II – B)
9. Eksisi pecahan fraktur dan penggantian dengan endoprosthesis. (II – B)

Fraktur yang terjadi perlu mendapat perlindungan atau proteksi terhadap cedera lebih lanjut. Tata laksana berupa proteksi saja diindikasikan pada fraktur yang tidak bergeser atau secara relatif tidak bergeser, fraktur stabil tulang iga, falang, metacarpal pada orang dewasa, dan fraktur stabil klavikula pada anak-anak. Fraktur kompresi ringan vertebra, fraktur impaksi ujung atas humerus juga dapat menjadi indikasi untuk tata laksana berupa proteksi saja. Perubahan tata laksana menjadi proteksi saja juga dapat dilakukan

pada fraktur yang telah terjadi konsolidasi secara fisiologis, namun belum secara radiologis. Pada ekstremitas atas proteksi dapat dilakukan dengan mitela simpel, sedangkan pada ekstremitas bawah proteksi dapat dilakukan dengan mengurangi tumpuan beban badan melalui penggunaan tongkat *crutch*. Tata laksana proteksi memiliki resiko tidak adekuat terutama pada pasien anak-anak atau yang tidak kooperatif.

Rekomendasi 4. Proteksi saja untuk penatalaksanaan fraktur

Tata laksana berupa proteksi saja diindikasikan pada fraktur yang tidak bergeser atau secara relatif tidak bergeser, fraktur stabil tulang iga, falang, metacarpal pada orang dewasa, fraktur stabil klavikula pada anak-anak, fraktur kompresi ringan vertebra, fraktur impaksi ujung atas humerus, dan fraktur yang telah terjadi konsolidasi secara fisiologis, namun belum secara radiologis. (II – B)

Imobilisasi relatif dapat dilakukan dengan menggunakan bidai eksternal. Relatif berarti tidak seperti fiksasi rigid. Pergerakan masih dapat terjadi pada bagian tubuh yang dilakukan imobilisasi. Imobilisasi relatif diindikasikan pada fraktur yang secara relatif tidak tergeser, namun juga tidak stabil. Fraktur yang demikian membutuhkan pertahanan posisi selama proses penyembuhan. Fraktur tulang panjang yang hanya tergeser sedikit kesamping tidak membutuhkan reduksi, namun tetap memerlukan imobilisasi relatif untuk mencegah pergeseran yang lebih jauh lagi. Imobilisasi biasanya dilakukan dengan gips *plaster of Paris*, atau dengan bidai metalik atau plastik. Penggunaan imobilisasi ini perlu dipantau karena walau pun belum tergeser, tarikan otot dan gravitasi dapat menimbulkan pergeseran lebih lagi seperti angulasi, rotasi, atau bertindihan. Oleh karena itu, pemeriksaan rontgen berulang diperlukan untuk pemantauan kondisi fraktur. Penggunaan gips atau bidai yang tidak tepat dapat menimbulkan luka tekanan pada tonjolan-tonjolan tulang, atau tekanan berlebihan pada tungkai, sehingga mengganggu sirkulasi pembuluh darah vena atau arteri, atau keduanya.

Rekomendasi 5. Imobilisasi relatif untuk penatalaksanaan fraktur

Imobilisasi relatif diindikasikan pada fraktur yang secara relatif tidak tergeser, namun juga tidak stabil. Penggunaan imobilisasi ini perlu dipantau karena walau pun belum tergeser, tarikan otot dan gravitasi dapat menimbulkan pergeseran lebih lagi seperti angulasi, rotasi, atau bertindihan. Oleh karena itu, pemeriksaan rontgen berulang diperlukan untuk pemantauan kondisi fraktur. (II – B)

Reduksi tertutup adalah salah satu bentuk manipulasi bedah untuk mereduksi fraktur yang bergeser. Teknik ini dilakukan dalam anestesi (lokal, regional, atau umum). Untuk dapat mereduksi dengan tepat, dibutuhkan pengetahuan tentang mekanisme trauma dan bayangan tiga dimensi fraktur tersebut dan relasi dengan jaringan lunak sekitarnya. Keyakinan terjadinya reduksi bergantung pada pengalaman klinis. Setelah dilakukan reduksi perlu dilakukan pemeriksaan radiografi tegak lurus. Reduksi ini lalu diikuti dengan imobilisasi untuk mempertahankan reduksi tersebut. Kemampuan yang memadai untuk mereduksi secara tertutup diperlukan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut terhadap jaringan lunak, seperti pembuluh darah, syaraf, dan juga periosteum. Komplikasi imobilisasi relatif juga mengikuti tata laksana ini. Pemeriksaan radiologi berulang juga diperlukan selama masa penyembuhan untuk memastikan tidak adanya pergeseran dari struktur tulang, terutama pada jenis fraktur oblik, spiral, dan kominusi.

Rekomendasi 6. Reduksi tertutup untuk penatalaksanaan fraktur

Imobilisasi relatif diindikasikan pada fraktur yang secara relatif tidak tergeser, namun juga tidak stabil. Penggunaan imobilisasi ini perlu dipantau karena walau pun belum tergeser, tarikan otot dan gravitasi dapat menimbulkan pergeseran lebih lagi seperti angulasi, rotasi, atau bertindihan. Oleh karena itu, pemeriksaan rontgen berulang diperlukan untuk pemantauan kondisi fraktur. (II – B)

Reduksi tertutup dapat juga dilakukan dengan menggunakan traksi kontinyu. Jenis traksi ini ada 3 macam, yaitu dengan pita ekstensi (traksi kulit) atau dengan *wire* dan *pin* (traksi skeletal). Traksi tersebut kemudian dapat diikat ke ujung tempat tidur (traksi tetap) atau diikat dan digantung dengan tali dan beban (traksi seimbang). Penggunaan traksi dimaksudkan untuk melemaskan otot dan menambah bantuan gravitasi sehingga memudahkan pensejajaran pecahan fraktur. Metode ini diindikasikan untuk fraktur oblik, spiral,

kominusi yang tidak stabil pada tulang panjang dan tulang belakang. Traksi yang berlebihan dapat menimbulkan spasme arteri, yang kemudian memberikan komplikasi berupa *Volkman's ischemia* (sindrom kompartemen).

Rekomendasi 7. Traksi kontinyu untuk penatalaksanaan fraktur

Penggunaan traksi dimaksudkan untuk melemaskan otot dan menambah bantuan gravitasi sehingga memudahkan pensejajaran pecahan fraktur. Metode ini diindikasikan untuk fraktur oblik, spiral, kominusi yang tidak stabil pada tulang panjang dan tulang belakang. (II – B)

Penggunaan *functional fracture bracing* juga dapat menjadi salah satu pilihan untuk tata laksana fraktur tertutup. Prinsip dari penggunaan *brace* ini adalah mengurangi imobilisasi rigid untuk membantu penyembuhan, stimulasi penyembuhan dengan peningkatan pembentukan kalus yang dimediasi melalui pergerakan yang terkontrol dan fungsional pada daerah sekitar fraktur, mencegah kekakuan sendi. Implementasi tata laksana ini dapat mempersingkat periode rawat inap, menurunkan resiko infeksi, dan pasien juga lebih cepat kembali ke aktivitas normal. *Brace* ini diindikasikan pada orang dewasa dengan fraktur *tibial shaft*, sepertiga distal femur, humerus, dan ulna. Kontraindikasi pemilihan tata laksana ini adalah fraktur yang membutuhkan reduksi terbuka dan fiksasi interna, seperti fraktur intertrokanter, subtrokanter, mid batang femur, batang radius, dan intraartikuler lainnya. Tata laksananya adalah dengan melakukan reduksi tertutup atau dengan traksi kontinyu selama beberapa hari, diikuti dengan imobilisasi menggunakan gips selama 3-4 minggu. Bidai khusus dengan engsel dipasang juga pada bidai untuk membantu gerak pada sendi diatas dan dibawah fraktur. Efek hidraulik dapat mencegah tungkai mengalami pemendekan.

Rekomendasi 8. *Functional fracture brace* untuk penatalaksanaan fraktur

Functional fracture brace diindikasikan pada orang dewasa dengan fraktur *tibial shaft*, sepertiga distal femur, humerus, dan ulna. Tata laksananya adalah dengan melakukan reduksi tertutup atau dengan traksi kontinyu selama beberapa hari, diikuti dengan imobilisasi menggunakan gips selama 3-4 minggu. (II – B)

Fraktur tertutup dapat ditata laksana dengan menggunakan fiksasi eksternal. Fiksasi eksternal berupa pemasangan 2-3 pin metal

secara perkutan di bawah dan diatas area fraktur, yang kemudian disambungkan dengan bar untuk memberikan fiksasi yang cukup tapi tidak rigid. Kerangka Ilizarov yang *circular* juga lazim digunakan. Dengan fiksasi eksternal, keamatan fiksasi dapat diatur sehingga masih dapat memberikan gerakan mikro *aksial* pada daerah tulang dan dapat menstimulasi penyembuhan. Fiksasi eksternal diindikasikan untuk fraktur kominusi tidak stabil batang tibia dan femur, pelvis tidak stabil, humerus, radius, dan metakarpal. Resiko dari pemasangan fiksasi eksternal ini adalah infeksi pada jalur pin.

Rekomendasi 9. Fiksasi eksternal untuk penatalaksanaan fraktur

Fiksasi eksternal berupa pemasangan 2-3 pin metal secara perkutan di bawah dan diatas area fraktur, yang kemudian disambungkan dengan bar untuk memberikan fiksasi yang cukup tapi tidak rigid. Diindikasikan untuk fraktur kominusi tidak stabil batang tibia dan femur, pelvis tidak stabil, humerus, radius, dan metakarpal. (II – B)

Fiksasi internal setelah reduksi tertutup juga memungkinkan untuk dilakukan pada fraktur tertutup. Alat yang digunakan adalah *metallic nails* atau *intra medullary rod*. *Nail* dan *rod* tersebut dimasukkan melalui perkutan dibantu dengan fluoroskopi. Fiksasi internal ini diindikasikan untuk fraktur yang tidak dapat direduksi secara tertutup tetapi juga tidak dapat dipertahankan dengan imobilisasi eksternal, misalnya fraktur leher femur, dan fraktur batang tulang panjang tertentu. Penggunaan metode ini membawa resiko reduksi pecahan fraktur yang kurang memuaskan.

Rekomendasi 10. Fiksasi internal setelah reduksi tertutup untuk penatalaksanaan fraktur

Fiksasi internal setelah reduksi tertutup seperti *metallic nails* atau *intra medullary rod*. Dimasukkan melalui perkutan secara buta dibantu dengan fluoroskopi. Fiksasi internal ini diindikasikan untuk fraktur yang tidak dapat direduksi secara tertutup tetapi juga tidak dapat dipertahankan dengan imobilisasi eksternal, misalnya fraktur leher femur, dan fraktur batang tulang panjang tertentu. (II – B)

Jika fraktur tertutup tidak dapat direduksi secara tertutup, maka perlu dilakukan reduksi secara terbuka, dan dipasang fiksasi internal berupa pelat, sekrup transfiksasi (atau *biodegradable*), *intra medullary nails* dan *rods*, pin, atau bahkan *wire*. Contoh dari frakturnya adalah fraktur avulsi tergeser, fraktur intraartikuler, fraktur intertrokanter femur, fraktur radius ulna, fraktur falang tergeser, dan fraktur yang

melewati pelat epifisis pada anak-anak. Tujuan dari fiksasi internal adalah fiksasi yang cukup rigid sehingga tidak dibutuhkan imobilisasi eksternal, sehingga memungkinkan gerakan otot dan sendi yang aktif segera setelah operasi. Resiko dari reduksi terbuka ini tentu saja resiko infeksi karena paparan dengan lingkungan luar, kerusakan pembuluh darah, dan kelainan penyambungan tulang (*delayed union, malunion, non-union*, dan sebagainya).

Rekomendasi 11. Reduksi terbuka untuk penatalaksanaan fraktur

Pemasangan fiksasi internal berupa pelat, sekrup transfiksasi (atau *biodegradable*), *intra medullary nails* dan *rods*, pin, atau bahkan *wire* dapat diindikasikan pada fraktur avulsi tergeser, fraktur intraartikuler, fraktur intertrokanter femur, fraktur radius ulna, fraktur falang tergeser, dan fraktur yang melewati pelat epifisis pada anak-anak. (II – B)

Tingginya angka kejadian nekrosis avaskuler dari kepala femur dan *non-union*, disertai pada fraktur intrakapsuler tergeser leher femur, menyebabkan terkadang perlu dilakukan tata laksana eksisi pecahan fraktur sisi proksimal dan penggantian dengan endoprostesis. Demikian juga pada fraktur kominusi kepala radius, yang dimana *incongruity* sisa dapat menyebabkan penyakit sendi degeneratif, fraktur suprakondilar yang sangat kominusi dan tidak stabil pada orang dewasa, fraktur kominusi kepala humerus, dan fraktur kominusi patella. Walaupun demikian, eksisi kepala radius dikontraindikasikan pada anak-anak. Resiko dari reduksi terbuka antara lain adalah infeksi, kerusakan pembuluh darah, dan kelainan penyambungan tulang.

Rekomendasi 12. Eksisi pecahan fraktur untuk penatalaksanaan fraktur

Indikasi dari tata laksana eksisi pecahan fraktur sisi proksimal dan penggantian dengan endoprostesis adalah pada fraktur kominusi kepala radius, yang dimana *incongruity* sisa dapat menyebabkan penyakit sendi degeneratif, fraktur suprakondilar yang sangat kominusi dan tidak stabil pada orang dewasa, fraktur kominusi kepala humerus, dan fraktur kominusi patella. (II – B)

Penggunaan antibiotik

Penggunaan antibiotik pada kasus fraktur tertutup sebetulnya tidaklah diperlukan. Akan tetapi pada kasus fraktur tertutup yang

dimana membutuhkan reduksi secara terbuka, memerlukan antibiotik profilaksis. Antibiotik yang dapat diberikan antara lain:

Rekomendasi 13. Metode penanganan definitif fraktur tertutup

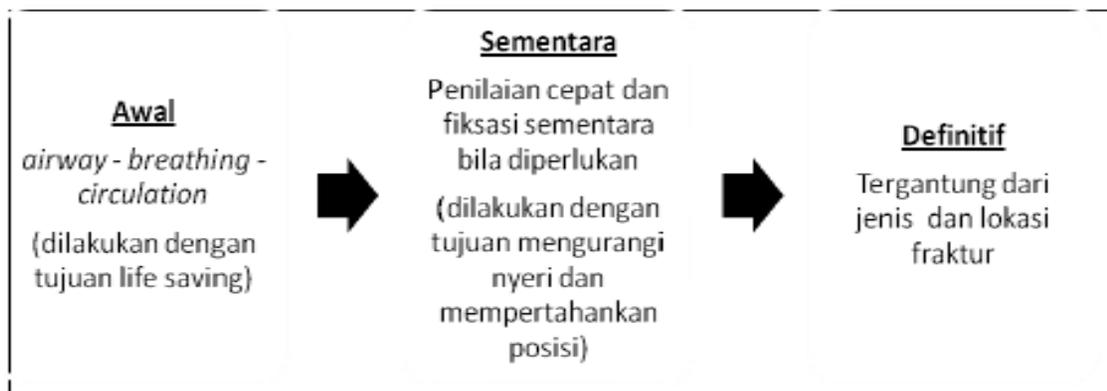
1. Pra operatif
 - a. Sefalosporin generasi pertama atau kedua (misalnya, Cefazolin 2 gram IV) dosis tunggal
 - b. Alergi penisilin: Klindamisin 900 mg IV dosis tunggal
 - c. Alergi sefalosporin, MRSA, atau kasus pelvis/asetabulum: vankomisin dosis tunggal dan levofloksasin 750 mg IV dosis tunggal
2. Paska operatif
 - a. Sefalosporin generasi pertama atau kedua (misalnya, Cefazolin 2 gram IV) per 8 jam (dua kali dosis)
 - b. Alergi penisilin: Klindamisin 900 mg IV per 8 jam (dua kali dosis)
 - c. Alergi sefalosporin, MRSA, atau kasus pelvis/asetabulum: vankomisin dosis tunggal dan levofloksasin 750 mg IV dosis tunggal

Profilaksis perioperative parenteral diberikan dalam kurun waktu 60 menit sebelum dilakukan insisi. Apabila membutuhkan penggunaan torniket, maka antibiotik diberikan paling lama 10 menit sebelum torniket dikembangkan.

(I – A)

Profilaksis perioperatif parenteral sebaiknya diberikan dalam kurun waktu 60 menit sebelum dilakukan insisi. Apabila operasi tersebut membutuhkan penggunaan torniket, maka perlu diperhatikan bahwa antibiotik diberikan paling lama 10 menit sebelum torniket dikembangkan.

Bagan I. Tata laksana fraktur tertutup



4. Penanganan fraktur terbuka

Tujuan dilakukannya tindakan orthopedi dalam penanganan fraktur terbuka adalah untuk mempertahankan fragmen fraktur

dalam posisi stabil yang seaneatomis mungkin, mengurangi nyeri, cedera jaringan lunak, resiko infeksi, dan kematian.

a. Irigasi dan debridemen

Adanya hubungan antara lingkungan luar dengan tulang meningkatkan resiko infeksi dan komplikasi. Irigasi adalah tindakan mencuci luka dengan menggunakan cairan steril yang dimaksud untuk membilas luka dari kotoran dan kontaminan makroskopik maupun mikroskopik. Sedangkan debridemen adalah tindakan pembersihan luka yang dikukan secara mekanis berguna untuk membuang jaringan mati dan kontaminan makroskopis. Tindakan pembersihan luka dengan irigasi dan debridemen di UGD tidak perlu dilakukan secara menyeluruh. Irigasi dilakukan sepiantas untuk membilas kontaminan tampak jelas. Dengan prinsip yang serupa, debridemen di UGD dilakukan untuk membersihkan kontaminan yang jelas terlihat dan mudah dievakuasi dengan instrumen bedah minor. Irigasi dan debridemen definitif perlu dilakukan di ruang operasi dengan fasilitas anestesi yang memadai. Kelalaian dalam melakukan hal tersebut meningkatkan resiko infeksi dan ketidaknyamanan pasien.

Dipercayai bahwa tindakan pembersihan harus secepatnya dilakukan untuk mengurangi resiko-resiko tersebut. Malhotra et al. melakukan penelitian retrospektif yang melibatkan 415 kasus fraktur terbuka untuk mengetahui hubungan antara tenggang waktu dimulainya irigasi dan debridemen dengan resiko terjadinya infeksi. Kelompok tersebut menemukan bahwa resiko infeksi adalah 11% untuk <8 jam dan meningkat menjadi 19% bila dilakukan diatas 8 jam. Resiko infeksi semakin meningkat dengan tenggang waktu yang semakin lama dan tingkat keparahan fraktur terbuka menurut klasifikasi Gustilo.

Rekomendasi:

1. Semua fraktur terbuka ektremitas bawah harus dilakukan irigasi dan debridemen dalam waktu 8 jam setelah kejadian.
2. Semua fraktur terbuka ektremitas atas *grade* Gustilo >1 harus dilakukan irigasi dan debridemen dalam waktu 8 jam setelah kejadian
3. Fraktur ektremitas atas *grade* Gustilo 1 harus dilakukan irigasi dan debridemen dalam waktu 12 jam setelah kejadian
4. Petugas kesehatan harus menghitung waktu dari kejadian, kedatangan pasien di fasilitas kesehatan dan mulai dilakukannya tindakan pembersihan.
5. Irigasi dan debridemen definitif harus dilakukan di ruang operasi dengan fasilitas anestesi lengkap.

Cairan irigasi yang ideal adalah yang bersifat isotonik, nonhemolitik, nontoksik, transparan, mudah di sterilisasi, dan tidak mahal. Sampai sekarang belum ada cairan dengan kriteria Salah satu cairan irigasi konvensional yang paling sering digunakan adalah *saline*. Sebuah studi eksperimental hewan membandingkan efektivitas cairan *saline*, *bacitracin*, sabun *Castile* dan *benzalkonium klorida* dalam menghilangkan inokulasi *Pseudomonas aeruginosa*.¹⁵ Luka yang di irigasi dengan sabun *Castile* mengalami pengurangan inokulasi bakteri yang paling tinggi, menjadi $13\% \pm 3\%$ dari *level* kontaminasi sebelum di irigasi. Pengurangan kontaminasi *benzalkonium klorida* adalah $18\% \pm 2\%$, *bacitracin* $22\% \pm 4\%$, dan *saline* $29\% \pm 4\%$. Kontaminasi kuman kembali bertambah setelah 48 jam pasca-irigasi. Kelompok sabun *Castile* mengalami peningkatan jumlah bakteri paling banyak ($120\% \pm 40\%$), diikuti dengan *benzalkonium klorida* ($94\% \pm 16\%$), *bacitracin* ($89\% \pm 20\%$) dan *saline* ($68\% \pm 12\%$).

Irigasi langsung atau campuran menggunakan *povidone iodine*, *chlorhexidine*, atau *sodium hipoklorida* harus dihindari karena bersifat sitotoksik dan dapat mengganggu proses penyembuhan luka. *Povidone iodine* tidak terbukti lebih efektif dibandingkan *saline* dalam mencegah angka infeksi pada populasi pediatrik. *Hidrogen peroksida* (H_2O_2) 3% sering digunakan sebagai cairan pembersih luka. Selain bersifat sitotoksik, belum ada penelitian yang membuktikan keefektifan H_2O_2 untuk membasmi kuman. Cara konvensional irigasi adalah dengan menggunakan tekanan cairan di dalam spuit yang didorong manual dengan tangan dan diikuti dengan penggosokkan luka. Teknik irigasi yang lebih baru menggunakan tekanan tinggi berpotensi menimbulkan kerusakan jaringan lunak dan tidak terbukti lebih efektif dalam menghilangkan kontaminan luka. Penggunaan teknik irigasi tekanan tinggi sebaiknya dibatasi mencapai 50 psi untuk menghindari kerusakan jaringan lunak dan penyembuhan tulang.

Rekomendasi:

1. Gunakan *saline* untuk irigasi luka fraktur terbuka.
2. Cairan alternatif selain *saline* harus steril, bersifat isotonik, dan tidak sitotoksik.
3. Hindari penggunaan langsung atau pencampuran cairan irigasi dengan antibiotik (*neomycin, bacitracin, polymyxin*) atau antiseptik (*povidone iodine, chlorhexidine, hidrogen peroksida, sodium hipoklorida*).
4. Gunakan tekanan cairan irigasi rendah, atau batasi penggunaan teknik irigasi tekanan tinggi hingga 50 psi.

II - B

b. Stabilisasi Fraktur

Stabilisasi fraktur awal dapat dilakukan dengan gips, traksi tulang, fiksasi eksternal, atau fiksasi internal menggunakan *intra medullary nails* (IM) atau *plates*. Pemilihan metode stabilisasi didasari dari tulang yang terlibat, lokasi fraktur (metafisis, diafisis atau intra-artikular), derajat kontaminasi dan kerusakan jaringan lunak.

Tujuan dari stabilisasi fraktur awal diantaranya adalah:

- 1) Memperbaiki kesejajaran fragmen tulang, deformitas dan panjang ekstremitas.
- 2) Memfasilitasi penyembuhan jaringan tulang dan tindakan operasi berikutnya.
- 3) Memberikan kemampuan untuk mobilisasi dan penggunaan ekstremitas awal.

Imobilisasi dengan gips (*cast*) dan traksi tulang

Penggunaan gips, *cast* atau *plaster-of-Paris* tidak dianjurkan untuk kasus fraktur terbuka karena menyulitkan akses luka. Plaster sirkumferensial yang keras juga meningkatkan resiko sindrom kompartemen karena potensi pembengkakkan jaringan lunak. Imobilisasi dengan gips masih dapat dilakukan pada kasus fraktur terbuka Gustilo *grade* I atau *grade* II tanpa pergeseran tulang yang signifikan, namun terbatas pada pemasangan tipe gips yang non-sirkumferensial seperti *backslab cast* atau *long leg posterior splint*. Traksi tulang adalah metode stabilisasi yang cepat dilakukan. Indikasi traksi tulang terbatas hanya pada beberapa

lokasi fraktur seperti fraktur diafisis femur atau fraktur pelvis. Lama penggunaan harus dibatasi untuk menghindari komplikasi.

Fiksasi eksternal

Indikasi fiksasi eksternal adalah fraktur terbuka Gustilo *grade* IIIA-C dengan kontaminasi berat yang memerlukan fiksasi segera. Fiksator eksternal memegang peran dalam tindakan *damage control orthopaedics*, yaitu sebuah tindakan orthopaedi yang dilakukan dengan tujuan utama memperbaiki kondisi fisiologis pasien. Fokus tindakan *damage control orthopaedics* adalah untuk mengontrol perdarahan, menangani cedera jaringan lunak dan menciptakan stabilitas fraktur tanpa memberikan cedera lanjut. Beberapa keuntungan fiksasi eksternal antara lain waktu pemasangan yang relatif cepat, memberikan stabilitas tulang yang adekuat, kerusakan jaringan yang minimal dan memungkinkan pengaturan rangka fiksator setelah pemasangan. Kerugian penggunaan fiksasi eksternal umumnya didasari dari teknik pemasangan yang kurang baik sehingga menyebabkan komplikasi yang berhubungan dengan jalur pin. Komplikasi yang dapat timbul termasuk cedera otot, cedera pembuluh darah, cedera saraf, infeksi atau nekrosis tulang. Lokasi pemasangan pin yang kurang tepat dapat menyulitkan penempatan insisi dan tindakan operasi rekonstruksi lanjutan.

Fiksasi internal

Fiksasi internal dengan *plate* diutamakan untuk rekonstruksi fraktur periartikuler atau ekstremitas atas. Sebuah RCT menunjukkan fiksasi internal menggunakan *plate* mempunyai resiko infeksi yang lebih tinggi (19%) dibandingkan dengan fiksasi eksternal (3%) pada kasus fraktur terbuka tibia Gustilo *grade* II dan III. Teknik pemasangan fiksasi internal dengan sistem *Less Invasive Stabilization System* (LISS) dapat menurunkan resiko infeksi. Resiko infeksi dengan penggunaan metode LISS untuk Gustilo *grade* IIIA adalah 7.7% dan 7.1% untuk Gustilo *grade* IIIB.²⁴ Berdasarkan bukti, direkomendasikan untuk tidak menggunakan fiksasi *plate* untuk fraktur terbuka dengan kontaminasi berat dan dibatasi untuk fraktur intra-artikular.

Intra-medullary nail (IM) adalah salah satu teknik fiksasi yang paling umum digunakan untuk fraktur terbuka tibia. Berdasarkan sebuah penelitian prospektif pada fraktur Gustillo *grade* II, IIIA dan IIIB, Henley et al. berpendapat bahwa tingkat keberhasilan terapi dan infeksi bergantung dari derajat luka jaringan lunak, bukan pilihan antara IM atau fiksasi eksternal. Tornetta et al. melaporkan tidak adanya perbedaan dari resiko infeksi dan tingkat keberhasilan terapi dengan IM atau fiksasi eksternal dalam 29 kasus Gustillo *grade* IIIB.²⁷ Perbandingan antara *reamed* dan *unreamed* IM telah diteliti dalam sebuah studi prospektif besar dalam *the study to prospectively evaluate reamed intra-medullary nails in tibial fractures* (SPRINT).^{28,29} Penelitian multi-senter tersebut menyatakan bahwa pemasangan *reamed* IM lebih sering memerlukan operasi revisi, namun perbedaannya tidak signifikan secara statistik ($p=0.16$) bila dibandingkan dengan *unreamed* IM.

Rekomendasi:

1. Stabilisasi fraktur dilakukan setelah tindakan debridemen dan irigasi telah dilakukan dengan adekuat
 2. Fiksator eksternal diindikasikan untuk fraktur terbuka Gustillo *grade* IIIA-C
 3. Fiksasi *plate* diindikasikan untuk fraktur terbuka dengan keterlibatan sendi. Fiksasi *plate* tidak direkomendasikan untuk fraktur terbuka dengan kontaminasi berat.
 4. *Intermedullary nail* (IM) dapat digunakan untuk stabilisasi fraktur Gustillo *grade* I, II dan IIIA.
- I – A**
5. Imobilisasi dengan gips non-sirkumferensial dapat dilakukan untuk kasus fraktur terbuka Gustillo *grade* I atau *grade* II tanpa pergeseran tulang signifikan.
 6. Traksi tulang dapat digunakan untuk imobilisasi sementara fraktur terbuka diafisis femur.

III – B

c. Penutupan luka

Gustillo et al. menganjurkan untuk tidak melakukan penutupan luka primer (*primary wound closure*) pada Gustillo *grade* III dan dilakukan pada Gustillo *grade* I dan II hanya bila operator yakin bila debridemen sudah dilakukan secara memuaskan.⁶ Sebuah penelitian retrospektif yang melibatkan 70 kasus fraktur terbuka tibia Gustillo *grade* I dan II melaporkan adanya 13,6%

resiko infeksi pada pasien yang mendapatkan penutupan luka primer, dibandingkan dengan 0% pada pasien yang dilakukan penutupan luka tertunda (*delayed wound closure*). Temuan ini mendukung untuk menunda penutupan luka untuk fraktur Gustilo *grade* I dan II.

Beberapa pendapat mengatakan bahwa infeksi pada fraktur terbuka bukan disebabkan oleh kontaminan awal pada saat kejadian, namun didapat dari infeksi nosokomial. Hohmann et al. melakukan penelitian prospektif membandingkan resiko infeksi dari penutupan luka tertunda (grup pertama; n=46) dan penutupan luka primer (grup kedua; n=49) yang dilakukan pada fraktur terbuka Gustilo *grade* I, II dan IIIA. Dengan rata-rata masa *follow-up* selama 13.5 bulan, terjadi 1 kasus infeksi di grup pertama dan 2 kasus infeksi grup kedua. Perbedaan dari angka infeksi tersebut tidak bermakna, dan penulis berkesimpulan bahwa penutupan luka primer aman untuk dilakukan setelah pembersihan luka yang adekuat.

Hal serupa juga diutarakan oleh Jenkinson et al. dalam studi kohort di tahun 2014. Penelitian prospektif tersebut melibatkan 294 pasien dengan total 349 kasus fraktur Gustilo *grade* I, II dan IIIA. Tingkat infeksi kelompok pasien yang dilakukan penutupan luka primer awal adalah 4.1% (3 dari 73 kasus) dibandingkan dengan 17.8% (13 dari 73 kasus) di kelompok yang mendapat penundaan penutupan luka ($p=0.0001$). Berdasarkan perhitungan *odds ratio*, pasien yang dilakukan penundaan penutupan luka 11.0 lebih mungkin terkena infeksi dibandingkan dengan kelompok lawannya.³² Lamanya penundaan penutupan luka primer yang paling ideal masih diperdebatkan. Ada pendapat yang mengatakan 5 sampai 7 hari adalah waktu yang optimal untuk penutupan luka setelah kebersihan terjamin.³⁰ Berdasarkan tidak tersedianya bukti yang kuat, kesimpulan untuk waktu penundaan penutupan luka yang optimal belum dapat ditentukan. Penutupan luka primer awal mengurangi lama waktu perawatan, beban biaya, mengembalikan fungsi ekstremitas dengan cepat, dan menghindari pasien dari komplikasi yang berhubungan dengan perawatan rumah sakit. Dengan demikian, penutupan luka primer awal direkomendasikan untuk dilakukan bilamana tersedia fasilitas dan tenaga ahli yang

memungkinkan. Indikasi dasar yang dapat menjadi patokan untuk dilakukannya penutupan luka primer adalah kebersihan luka yang bergantung dari tindakan debridemen dan irigasi. Bila ragu dengan kebersihan luka, operator direkomendasikan untuk menunda penjahitan luka. Keputusan tersebut perlu dibuat oleh operator dan dikonsultasikan dengan ahli orthopaedi yang berpengalaman.

d. Terapi antibiotik

Fraktur terbuka mempunyai resiko infeksi yang sangat tinggi, membuat terapi antibiotik memegang peran penting dalam penanganan fraktur terbuka. Sebuah penelitian yang melibatkan 89 pasien fraktur terbuka menemukan tingkat kontaminasi patogen mencapai 83% pada saat datang di UGD. Berdasarkan etiologi 39.3% disebabkan oleh bakteri aerobik gram-negatif (paling sering *Pseudomonas aeruginosa*), diikuti dengan *Staphylococcus epidermidis* (34.5%), dan *Staphylococcus aureus* (26.1%). Sembilan puluh persen bakteri dari kultur tersebut ditemukan sensitif terhadap antibiotik sefalosporin golongan pertama. Beberapa studi membuktikan bahwa antibiotik efektif digunakan sebagai profilaksis infeksi pada kasus fraktur terbuka. Antibiotik yang mempunyai cakupan untuk *Staphylococcus aureus* adekuat untuk Gustilo *grade* I dan II. Hasil kultur dari swab luka fraktur terbuka Gustilo *grade* III menunjukkan kontaminan yang lebih beragam, sehingga diperlukan penambahan antibiotik yang mencakup bakteri gram-negatif.

Rekomendasi:

1. Penutupan luka primer dapat dilakukan untuk kasus fraktur Gustilo *grade* I, II dan IIIA hanya bila luka sudah dibersihkan secara adekuat. Tunda penutupan luka primer bila kebersihan luka diragukan.
2. Lakukan pengamatan pasca-operasi yang ketat setelah penutupan luka primer untuk mendeteksi tanda infeksi awal.
3. Tunda penutupan luka primer untuk kasus fraktur terbuka Gustilo *grade* IIIB dan IIIC.

II - B

Profil keamanan *fluorokuinolon* dipertanyakan ketika adanya temuan tingkat *nonunion* and *delayed union* yang lebih tinggi pada pasien yang menerima terapi ciprofloxacin. Huddleston et al. membuktikan adanya penghambatan penyembuhan tulang pada

tikus Wistar yang mendapat terapi *fluorokuinolon*. Temuan ini konsisten pada parameter radiografis, histologis, maupun mekanis. Kesimpulan yang serupa juga dikemukakan oleh Holtom et al. pada penelitian *in vitro*. Kelompok tersebut menemukan bahwa efek sitotoksisitas dari levofloxacin, ciprofloxacin dan trovafloxacin bersifat *dose-dependent*. Sebuah RCT yang dilakukan oleh Patzakis et al. menunjukkan bahwa adanya resiko infeksi yang lebih tinggi pada pasien Gustilo *grade* III yang menerima antibiotik golongan *fluorokuinolon* (31%), dibandingkan dengan kelompok ceftazidime/gentamisin (7.7%). Walaupun *fluorokuinolon* ketersediaan yang baik di Indonesia dan potensi klinis yang baik untuk penyakit infeksi, penggunaannya untuk penanganan kasus fraktur tidak didukung oleh hasil penelitian saat ini.

Menurut sebuah *double blinded* RCT yang melibatkan 248 kasus fraktur terbuka, terapi antibiotik untuk *grade* Gustillo I dan II cukup dilanjutkan selama 24 jam setelah penutupan luka primer. Tidak ada perbedaantingkat infeksi dari pemberian antibiotik selama 1 hari dengan 5 hari. Antibiotik golongan sefalosporin yang diteliti dalam RCT tersebut adalah *sodium cefonicid* dan *cefamandole nafate*. Untuk fraktur terbuka Gustilo *grade* I dan II pemberian antibiotik dilakukan selama 72 jam, dan diperpanjang selama 3 hari untuk setiap tindakan orthopaedi yang dilakukan (contoh: penutupan luka, tandur tulang). Terapi antibiotik diberikan selama 72 jam untuk kasus Gustilo *grade* III dan dilanjutkan hingga 5 hari pada kasus dengan kontaminasi berat.

Rekomendasi:

1. Terapi antibiotik sistemik untuk bakteri gram-positif harus diberikan sesegera mungkin.
2. Tambahkan antibiotik dengan cakupan bakteri gram-negatif untuk Gustilo *grade* III.
3. Tambahkan antibiotik golongan penisilin dosis tinggi bila adanya potensi kontaminasi *Clostridium spp.*(contoh: kontaminasi feses, kecelakaan di sawah).
4. Hindari penggunaan antibiotik golongan *fluorokuinolon* untuk penanganan kasus fraktur.

I – A

5. Terapi antibiotik untuk Gustilo grade I dan II diberikan selama 3 hari atau diperpanjang selama 3 hari setelah setiap tindakan orthopaedi.
6. Terapi antibiotik perlu diberikan setidaknya 3 hari setelah kejadian untuk Gustilo *grade* III dan dilanjutkan hingga 5 hari pada kasus dengan kontaminasi berat.
7. Terapi antibiotik menggunakan golongan aminoglikosida dosis sehari-sekali aman dan efektif untuk fraktur terbuka *grade* Gustillo II dan III.

II – B

e. Pencegahan tetanus

Rekomendasi lama membedakan jenis luka menjadi dua: luka rentan-tetanus dan luka tidak rentan-tetanus, dimana tindakan pencegahan dilakukan lebih agresif pada luka rentan-tetanus. Namun hal ini ditentang dengan ditemukan adanya kejadian tetanus pada penderita luka minor (laserasi, tusukan), operasi elektif, tukak kulit, gigitan binatang, atau terjadi tanpa adanya identifikasi luka akut. Berhubung dengan banyaknya jenis luka yang dapat menyebabkan tetanus, derajat keparahan luka tidak menentukan kerentanan suatu luka terhadap infeksi tetanus. Pemberian imunisasi tetanus harus dipertimbangkan untuk setiap kasus fraktur terbuka. Menurut rekomendasi Satgas Imunisasi Ikatan Dokter Anak Indonesia (IDAI), jadwal imunisasi tetanus lengkap adalah bagi yang telah mendapatkan 3 (tiga) kali imunisasi inti tetanus dan 2 (dua) dosis *booster*. Setiap pasien fraktur terbuka yang status imunisasinya tidak lengkap atau tidak mendapat *booster* dalam 10 (sepuluh) tahun terakhir harus diberikan imunisasi tetanus dengan *tetanus toksoid* (TT) dan *immunoglobulin tetanus* (TIG).

Tubuh membutuhkan waktu sekitar 4 hari hingga beberapa minggu untuk membentuk antibodi tetanus setelah penyuntikan TT. *Tetanus toksoid* (TT) tidak memberikan manfaat proteksi langsung pada kasus akut, melainkan untuk paparan berikutnya. Sehingga pemberian TT tidak perlu dilakukan secara terburu-buru pada saat penanganan awal fraktur terbuka. Imunisasi dengan TT atau TIG perlu dilakukan dengan indikasi yang jelas agar tidak merugikan pasien dengan kemungkinan efek samping dan biaya pengobatan.

Rekomendasi:

1. Berikan TT dan TIG pada semua pasien fraktur terbuka (*Gustila grade* I, II, IIIA, IIIB, dan IIIC) yang belum mendapatkan imunisasi lengkap atau status imunisasinya tidak diketahui
2. *Tetanus toksoid* (TT) diberikan pada semua kasus fraktur terbuka yang tidak mendapat imunisasi *booster* dalam 10 tahun terakhir atau status imunisasi yang tidak jelas.
3. *Imunoglobulin tetanus* (TIG) diberikan untuk semua kasus fraktur terbuka pada pasien yang tidak pernah mendapatkan imunisasi ini atau tidak lengkap. Derajat keparahan luka tidak menentukan keputusan pemberian TIG.
4. Lakukan pencacatan riwayat imunisasi tetanus pada setiap pasien.

I - A

Dosis dan anjuran pemberian TT dan TIG adalah sebagai berikut:

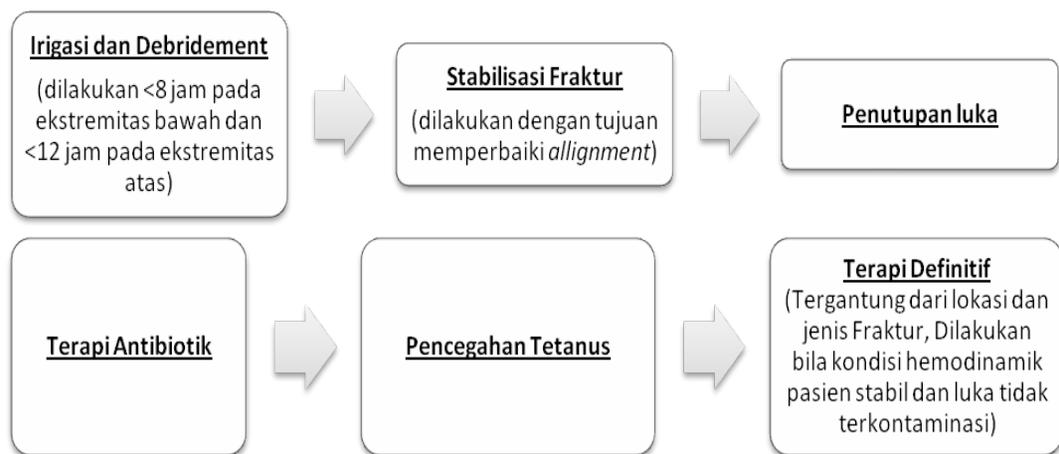
- 1) TT untuk usia ≥ 7 tahun: 0.5 mL (5 IU) intramuskular, usia < 7 tahun: 0.5 mL (5 IU) intramuskular.
- 2) Pemberian TT dapat menggunakan produk vaksin kombinasi (Td, Tdap, DT, DPT, DTaP) yang disesuaikan dengan kelompok usia pasien.
- 3) TIG dosis profilaksis dewasa: 250 – 500 U intramuskular, dosis profilaksis pediatrik: 250 U intramuskular.
- 4) TIG dosis terapi tetanus: 3000 – 10000 U diberikan secara intramuskular disertai dengan injeksi infiltrasi sekitar luka. TIG diberikan pada ekstremitas kontralateral dari yang mendapat suntikan TT.

f. Tata laksana definitif

Syarat sebelum dimulainya tata laksana definitif adalah:

- 1) Kondisi hemodinamik stabil dan status klinis sudah teroptimasi
- 2) Luka tidak terkontaminasi dan jaringan lunak sesuai untuk teknik operasi yang dipilih.
- 3) Tindakan yang dilakukan akan memperbaiki kondisi pasien
- 4) Sudah dilakukan perencanaan operasi yang matang sampai dengan tahap rehabilitasi.

Bagan 2. Tata laksana definitif penanganan fraktur terbuka



5. Konversi fiksasi

Tindakan stabilisasi awal bertujuan untuk membantu penyembuhan jaringan tulang, jaringan lunak, mengurangi resiko infeksi dan sebagai tindakan *damage control orthopaedics*. Penggunaan fiksasi eksternal yang terlalu lama meningkatkan resiko infeksi jalur pin. Sehingga dianjurkan untuk mengkonversi fiksasi eksternal dengan IM sebagai bentuk fiksasi definitif. Adanya infeksi jalur pin adalah kontraindikasi pemasangan IM. Konversi fiksasi harus ditunda sampai infeksi tereradikasi.

E. **Fraktur kerapuhan**

1. Definisi

Osteoporosis (OP) atau bisa di sebut "*Porous bone*" merupakan kelainan pada tulang yang di tandai dengan berkurangnya formasi *matrix osteoblas* dan meningkatnya *osteoklas reasorpsi* tulang, yang

menghasilkan berkurangnya kepadatan tulang. Fraktur kerapuhan merupakan komplikasi utama dari penyakit ini.

Fraktur kerapuhan juga dikenal sebagai fraktur patologis ini merupakan hilangnya kontinuitas tulang oleh karena suatu sebab patologis yang telah mengenai tulang sebelumnya. Fraktur patologis ini sebenarnya dapat terjadi pada semua usia, tergantung pada kelainan lain yang mendasarinya. Apabila fraktur patologis ini tidak diterapi dengan tepat, maka fraktur ini dapat menyebabkan banyak kecacatan pada penderita.

Fraktur kerapuhan didefinisikan oleh *World Health Organization* (WHO) sebagai "fraktur yang disebabkan oleh cedera yang tidak cukup untuk mematahkan tulang normal. Hasil dari tekanan dan kekuatan tulang". Fraktur khas pada pasien dengan osteoporosis meliputi vertebra (tulang belakang), femur proksimal (pinggul), lengan bawah distal (pergelangan tangan) dan humerus proksimal.

2. Epidemiologi

Menurut suatu penelitian, dalam setiap tahunnya terdapat pasien dengan *fragile fracture* sejumlah sekitar 300.000 orang di UK. Begitu pula di Indonesia, jumlah kejadian fraktur kerapuhan semakin meningkat. Meskipun, fraktur patologis ini dapat pula mengenai pasien usia muda, sebagian besar jenis fraktur ini terjadi pada pasien usia tua.

3. Diagnosa

Tanda-tanda lokal dari penyakit tulang (sinus yang terinfeksi, skar yang lama, pembengkakan atau deformitas) tidak boleh dilupakan. Lokasi fraktur mungkin dapat menunjukkan diagnosis. Pasien dengan osteoporosis *involutional* biasanya mengalami fraktur pada *corpus vertebra* dan pada *cocticocancellous junction* dari tulang panjang. Fraktur pada batang dari tulang panjang pada pasien tua adalah fraktur patologis sampai terbukti sebaliknya.

Pemeriksaan umum dapat memberikan banyak informasi penting. *Congenital dysplasia*, *fibrous dysplasia*, *Cushing's syndrome*, dan *Paget's disease* menunjukkan beberapa karakteristik khusus. Pasien dapat mengalami penurunan berat badan dan menjadi semakin lemah (kemungkinan karena penyakit keganasan). *Lymph node* atau liver dapat membesar. Yang tidak boleh dilupakan adalah pemeriksaan fisik

untuk mengetahui apakah terdapat massa pada abdomen atau pelvis. Pemeriksaan rektal dan vaginal merupakan suatu keharusan.

Penyebab paling sering dari fraktur kerapuhan pada pasien muda (usia kurang dari 20 tahun) adalah tumor dan kista tulang jinak. Sebaliknya, penyebab tersering dari fraktur kerapuhan pada pasien tua (usia lebih dari 40 tahun) adalah *myelomatosis*, karsinoma sekunder, dan *Paget's disease*.

a. Sinar-X

Hal yang harus diamati pada pemeriksanan sinar-X adalah kondisi tulang yang mengalami fraktur, daerah di sekitar tulang, dan beberapa gambaran khusus seperti bentukan kista, erosi kortikal, trabekulasi yang abnormal, dan penebalan periosteal. Tipe fraktur juga penting untuk diidentifikasi. Fraktur kompresi vertebra mungkin disebabkan oleh osteoporosis atau osteomalasia yang berat, atau dapat juga disebabkan oleh metastasis skeletal atau myeloma. Pada pria dewasa, tidak seperti pada wanita, gambaran osteoporotik bukanlah merupakan hal yang normal. Tanda sinar-X dari hilangnya densitas tulang dan kompresi vertebra pada pria berusia kurang dari 75 tahun sebaiknya dikelompokkan ke dalam fraktur patologis sampai terbukti sebaliknya.

b. Pemeriksaan tambahan lainnya

DXA/DEXA atau *dual-energy Sinar-X Absorptiometry* merupakan alat yang diciptakan untuk memeriksa kepadatan tulang (*bone densitometry*). Alat ini menggunakan sinar-X dengan intensitas energi tinggi dan rendah. Pemeriksaan ini mudah dan cepat, tanpa rasa sakit.

Pemeriksaan sinar-X untuk anggota tubuh lainnya sebaiknya dilakukan. Pemeriksaan tersebut antara lain foto tulang lainnya, paru, dan traktus urogenitalia. Pemeriksaan ini penting untuk menyingkirkan kemungkinan penyakit keganasan.

Pemeriksaan darah dan urine sebaiknya juga dilakukan. Pemeriksaan darah meliputi hitung darah lengkap, laju endap darah (LED), elektroforesis protein, dan tes untuk sifilis dan kelainan metabolik tulang. Pemeriksaan urine dapat menunjukkan adanya darah yang berasal dari tumor pada traktur urogenitalia, atau protein *Bence-Jone* pada myelomatosis.

Local radiogy mononuclide imaging dapat membantu menegakkan diagnosis. *Whole body scanning* penting untuk mencari dan menyingkirkan beberapa penyebab fraktur kerapuhan.

Beberapa lesi bersifat tipikal sehingga biopsi biasanya tidak diperlukan (*solitary cyst*, defek kortikal fibrosa, *Paget's disease*). Beberapa jenis lesi lainnya mungkin memiliki gambaran yang tidak begitu jelas, untuk itu biopsi dibutuhkan untuk menegakkan diagnosis. Jika reduksi terbuka dari fraktur diindikasikan, biopsi dapat dilakukan pada waktu yang bersamaan.

4. Tata laksana

Perawatan yang tepat telah terbukti mempercepat proses penyembuhan. Penatalaksanaan yang cepat, efektif, dan multidisipliner dapat meningkatkan kualitas hidup pasien dan juga menurunkan biaya perawatannya.

Algoritma penatalaksanaan osteoporosis terdapat dalam Tabel 4. Pada skor T kurang dari atau sama dengan -2.5 standar deviasi, harus dilakukan penatalaksanaan osteoporosis. Pasien dengan skor T -1.5 hingga -2.5 (risiko intermediate) dapat dilakukan pemeriksaan FRAX untuk menentukan perlu atau tidaknya terapi. Pasien dengan skor T lebih dari -1.5 memiliki risiko fraktur yang tergolong rendah dan dapat dilakukan penanganan yang sifatnya preventif.

Tabel 4. Algoritme penatalaksanaan osteoporosis.

T-score	Keputusan Terapi
≤ 2.5 SD	Risiko Tinggi(Tata laksana)
-1.5 to -2.5 SD	Risiko Intermediat(FRAX)
> -1.5 SD	Risiko Rendah (Preventif)

Terdapat beberapa populasi osteoporosis lain yang harus mendapatkan terapi farmakologis meliputi wanita *post-menopause* dan pria lebih dari 50 tahun dengan:

- a. Riwayat fraktur (panggul atau vertebra), atau
- b. Osteopenia: skor T -1.0 hingga -2.5 pada kolum femur atau vertebra dan:
 - 1) Risiko fraktur panggul dalam 10 tahun ≥3%, atau

- 2) Risiko fraktur terkait osteoporosis lain dalam 10 tahun $\geq 20\%$ berdasarkan penghitungan FRAX
- c. Osteoporosis dengan skor T ≤ 2.5 pada kolum femur atau vertebra

Berikut ini adalah beberapa elemen dasar dalam perawatan pasien fraktur patologis.

- a. Perujukan segera di pusat perawatan ortopedik.
- b. Penilaian komprehensif yang cepat – medis, pembedahan, dan anestesi.
- c. Penundaan minimal operasi.
- d. Pembedahan yang akurat dan dilakukan dengan baik.
- e. Mobilisasi segera.
- f. Rehabilitasi segera.
- g. Pemulangan pasien dengan didukung oleh rehabilitasi di komunitas.
- h. Pencegahan sekunder, kombinasi antara proteksi tulang dan penilaian kegagalan terapi.

Sebagian besar pasien fraktur dengan usia tua berada dalam kondisi yang lemah dan memiliki permasalahan medis yang kompleks. Mereka membutuhkan perawatan khusus dan rehabilitasi dini oleh ahli orthopedi dan kolaborasi dengan ahli geriatri. Perawatan pada pasien tersebut harus meliputi berbagai bagian. Manfaat perawatan kolaboratif antara lain sebagai berikut di bawah ini.

- a. Peningkatan standar perawatan medis secara keseluruhan.
- b. Meminimalkan penundaan operasi oleh karena berbagai masalah medis.
- c. Meningkatkan penatalaksanaan komplikasi medis perioperatif.
- d. Koordinasi yang lebih baik dalam kelompok kerja multidisipliner.
- e. Menurunkan angka kejadian *adverse events*.

Pencegahan sekunder dari fraktur kerapuhan:

- a. Fraktur kerapuhan meningkatkan resiko fraktur di masa yang akan datang dan meskipun pencegahan sekunder sudah dilakukan, hanya sebagian kecil pasien yang mendapatkan manfaat dari intervensi ini.

- b. Pasien tua dengan fraktur sebaiknya dilakukan pemeriksaan osteoporosis dengan *bone densitometry*. Pada pasien dengan osteoporosis, resiko fraktur di kemudian hari dapat diturunkan dengan terapi anti-resorptif.
 - c. Sebagian besar fraktur berasal dari trauma jatuh, dan intervensi untuk menurunkan resiko jatuh sangat efektif dalam mencegah kejadian fraktur selanjutnya.
 - d. Idealnya, pencegahan sekunder yang komprehensif sebaiknya meliputi penilaian dan terapi osteoporosis bersamaan dengan penilaian resiko jatuh pada pasien.
5. Tata laksana non farmakologi

Tata laksana osteoporosis paling baik dilakukan melalui pendekatan karena osteoporosis merupakan kondisi yang multi-faktor. Konsultasi endokrin, intervensi dari Spesialis Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi, farmakologi, psikologi, dan nutrisi. Program *spinal proprioceptive extension exercise dynamic (SPEED)* menunjukkan berkurangnya lebar langkah, meningkatkan kestabilan saat berjalan, mengurangi risiko jatuh, dan meningkatkan kecepatan dan panjang langkah saat berjalan. Melalui penggunaan *WKO (weighted kypho-orthosis)* dan program *SPEED*, nyeri punggung dapat berkurang dan aktivitas fisik dapat bertambah.

6. Latihan terapeutik

Efek latihan untuk meningkatkan massa tulang didukung oleh faktor hormonal dan nutrisi. Untuk dapat menyeimbangkan beban mekanik, jaringan skeletal harus memiliki massa tulang yang cukup dan arsitektur tulang yang sesuai untuk menghadapi beban fisik yang dibebankan pada tulang tersebut. Struktur muskuloskeletal sangat dapat beradaptasi dan dapat menahan beban mekanik biasa. Beban dan tarikan mekanik tidak dapat ditahan oleh tulang yang telah mengalami osteopenia dan osteoporosis tanpa merusak struktur tulang tersebut. Program latihan yang bersifat resistif, progresif, *non-straining*, dan terkontrol dapat meningkatkan massa tulang pada individu yang memiliki gaya hidup sedentari. Untuk orang-orang dengan osteoporosis, sangat direkomendasikan latihan *non-straining* seperti berjalan selama 45 menit 3 kali seminggu atau selama 30 menit setiap hari. Latihan akuatik direkomendasikan untuk pasien

yang tidak dapat melakukan latihan di darat karena nyeri atau kelemahan.

Wanita dengan osteoporosis memiliki otot ekstensor punggung yang lebih lemah dibandingkan wanita seusianya. Latihan ekstensi punggung yang progresif dan resistif dapat juga digunakan untuk mengurangi lordosis lumbal. Kelemahan otot abdomen menambah masalah postur yang buruk dan abdomen yang terlihat menonjol ke depan. Oleh karena itu, di dalam program latihan postur, ditambahkan latihan penguatan isometrik otot abdomen.

7. Program latihan postur dan *osteoporotic skeletal frame*

Penunjang apapun yang dapat memperbaiki postur dan mengurangi nyeri terkait ko-kontraksi otot paraspinal sangat dibutuhkan. Jumlah dan diameter fibril-fibril kolagen dari diskus inter-vertebralis berkurang seiring dengan proses penuaan. Hal ini mengakibatkan hilangnya daya tahan diskus tersebut. Selain itu, berkurangnya kekuatan otot paraspinal dan kecenderungan kepala dan trunk untuk maju ke depan berhubungan dengan efek gravitasi yang menyebabkan sindrom friksi iliocostal dan nyeri panggul. Nyeri ini tidak dapat hilang hanya dengan menggunakan orthosis biasa. Bahkan, korset tersebut dapat mengakibatkan nyeri menjadi semakin parah oleh tekanan pada tulang iga bawah.

Program latihan postur ditujukan untuk mengurangi kifosis dan sindrom friksi iliocostal. Studi menunjukkan WKO dan latihan punggung lebih meningkatkan kekuatan otot punggung secara signifikan dibandingkan hanya latihan punggung tanpa penggunaan WKO. Studi yang sama juga menunjukkan bahwa orthosis thorakolumbal justru mengganggu penambahan kekuatan otot punggung oleh latihan. Program latihan postur seperti pemakaian WKO selama 20 menit 2-3 kali sehari pada kasus kifosis parah atau frekuensi yang lebih sedikit pada kasus yang lebih ringan sambil mengkontraksikan otot ekstensor punggung, dapat memberikan re-edukasi otot paraspinal untuk dapat memperbaiki postur kifosis dan mengurangi risiko jatuh. Pada beberapa kasus yang parah, ekstensi punggung tidak memungkinkan tanpa penggunaan WKO. Program SPEED juga berdasarkan re-edukasi ekstensor punggung dan proprioceptor tukang belakang. Selain itu, penggunaan WKO yang

tepat dapat mengurangi nyeri punggung dan panggul serta osteoporosis.

8. Orthosis dan osteoporosis tulang belakang

Fraktur kompresi yang akut biasanya mengakibatkan nyeri yang sangat parah dan bila tidak diatasi dengan baik, dapat mengakibatkan imobilisasi lama. Hasil akhirnya adalah perilaku nyeri kronis dan konsekuensi psikologis. Nyeri akut dapat diberikan tata laksana berupa terapi fisik sedatif seperti aplikasi modalitas dingin dilanjutkan modalitas panas dan kontraksi isometrik otot paraspinal. Orthosis thorakolumbal yang rigid dapat memperbaiki ekstensi tulang belakang. Bila orthosis thorakolumbal tidak dapat ditoleransi karena perubahan postur, dapat digantikan dengan WKO atau kombinasi *kypho-orthosis* dengan *elastic abdominal support*.

Derajat dan tipe nyeri skeletal dan disabilitas di antara pasien osteoporosis mengakibatkan masalah yang kompleks dalam hal memberikan topangan yang adekuat untuk tulang belakang secara mekanik. Orthosis dapat digunakan untuk mengurangi nyeri dan memberikan stabilisasi tulang belakang pada fraktur akut dan tata laksana jangka panjang untuk meningkatkan kesembuhan dan memperbaiki fungsi. Saat meresepkan korset atau *brace*, dokter harus memahami biomekanik tulang belakang, tipe dan penyebab fraktur tulang belakang, serta prinsip dari *bracing* termasuk indikasi dan bahaya dari penggunaan orthosis.

Berbagai jenis orthosis yang sering digunakan untuk menstabilkan fraktur osteoporotik tulang vertebra adalah *postural training supports (PTS)-a weighted kypho-orthosis, thoracolumbar support* seperti *CASH brace, lumbosacral corset*, dan *thoracolumbosacral orthosis (TLSO)*. Semua orthosis bekerja dengan prinsip *three-point force system*. Rigid *TLSO bracing* biasanya diresepkan setelah fraktur kompresi tulang vertebra dengan *retropulsed fragments* dan berhubungan dengan deficit neurologis; tetapi kepatuhan pasien memakai alat ini sangat rendah sehingga edukasi risiko tidak memakai alat ini harus diberikan. Penopang lain seperti *non-rigid TLSO brace* atau korset lumbosakral lebih dapat ditoleransi pasien dan bermanfaat setelah terjadi fraktur osteoporotik tanpa komplikasi. Alat ini mengurangi nyeri dan memfasilitasi pemulihan dini mobilitas fungsional dan fungsi aktivitas kehidupan

sehari-hari. PTS dapat bermanfaat dalam mengatasi nyeri kronis dan memperbaiki gangguan keseimbangan pada pasien dengan kifosis tetapi tidak digunakan pada pasien dengan fraktur tulang vertebra. Semua orthosis tulang belakang dapat mengurangi beban pada korpus vertebra tetapi penggunaan orthosis secara kronis tidak dianjurkan sehingga diperlukan latihan penguatan otot intrinsik punggung untuk dapat menopang tulang belakang.

Pada beberapa kasus, aktivitas ambulasi jarak jauh mungkin memerlukan penggunaan *cane* atau *walker*. Penggunaan kursi roda sementara dengan ditopang bantal di bagian punggung mungkin diperlukan pada kasus tertentu. Keamanan saat ambulasi dan pencegahan jatuh dan fraktur harus dimasukkan ke dalam program edukasi rehabilitasi pasien dengan osteoporosis.

9. Tata laksana farmakologis

Terdapat berbagai pengobatan yang digunakan dalam penatalaksanaan osteoporosis. Sebagian besar obat bekerja dengan menghambat resorpsi tulang yang menyebabkan osteoporosis. Teriparatide merupakan satu-satunya obat agen anabolik yang efektif merangsang osteoblast dalam memproduksi tulang. Bisfosfonat merupakan analog hidroksiapatit yang menyatu dengan struktur kristal tulang dan menghambat perkembangan serta aktivitas osteoklas. Bisfosfonat dapat mengurangi resorpsi tulang. Asam zolendronat yang merupakan salah satu golongan bisfosfonat yang diberikan setahun sekali intravena secara tidak sengaja ditemukan dapat mengurangi mortalitas setelah fraktur panggul.

Penelitian lain mengatakan adanya hasil dari konsumsi vitamin D terhadap osteoporosis dan fraktur kerapuhan di kemudiannya, akan tetapi vitamin D saja tidak mungkin mencegah fraktur dalam dosis dan formulasi yang diuji sejauh ini pada orang tua. Suplemen vitamin D dan kalsium dapat mencegah beberapa jenis fraktur. Ada peningkatan kecil tapi signifikan pada gejala gastrointestinal dan penyakit ginjal yang terkait dengan vitamin D dan kalsium.

(I-A)

- a. Bisfosfonat merupakan terapi lini pertama penderita osteoporosis sampai saat ini. Ketika diberikan secara oral, bisfosfonat seringkali tidak dapat ditoleransi oleh banyak pasien dan diberikan dengan minum segelas air minum, lalu pasien harus duduk tegak selama

satu jam setelah obat diminum. Rasio kepatuhan berkisar antara 25-50% dalam jangka waktu 6 bulan konsumsi bisfosfonat oral. Keuntungannya adalah sangat *cost effective*. Bisfosfonat intravena dapat menimbulkan efek samping *flu-like illness* sampai 24 jam setelah obat diberikan.

Pedoman penggunaan bisfosfonat:

- 1) Pasien dengan skor T ≤ -2.5 pada leher femur setelah 3-5 tahun pengobatan memiliki risiko fraktur vertebra yang sangat tinggi dianjurkan untuk melanjutkan terapi hingga 10 tahun
- 2) Pasien dengan fraktur vertebra dan skor T mencapai -2.0
- 3) Pasien dengan skor T leher femur > -2.0 memiliki risiko fraktur vertebrae yang rendah dan tidak ada keuntungan pengobatan lebih dari 3-5 tahun

Berikut adalah contoh bisfosfonat yang telah disetujui berdasarkan persetujuan FDA:

- 1) Alendronate, brand name: Fosamax®, Binosto™
- 2) Ibandronate, brand name: Boniva®
- 3) Risedronate, brand name: Actonel®, Atelvia™
- 4) Zoledronic, brand name: Aclasta® Reclast®

TABLE 3. FDA-approved indications for nitrogen-containing bisphosphonates

Drug	Postmenopausal osteoporosis		Glucocorticoid-induced osteoporosis		Men
	Prevention	Treatment	Prevention	Treatment	
Alendronate (Fosamax)	✓	✓		✓	✓
Risedronate (Actonel)	✓	✓	✓	✓	✓
Ibandronate (Boniva)	✓	✓			
Zoledronate (Reclast)	✓	✓	✓	✓	✓

TABLE 4. Available dosing forms of nitrogen-containing bisphosphonates in the United States

Drug	Oral Dosing			Intravenous
	Daily	Weekly	Monthly	
Alendronate (Fosamax)	5 and 10 mg	35 and 70 mg		
Risedronate (Actonel)	5 mg	35 mg	150 mg	
Ibandronate (Boniva)	2.5 mg		150 mg	3 mg every 3 months
Zoledronate (Reclast)				5 mg once a year

TABLE 5. Suggested duration of bisphosphonate treatment and drug holidays

Patient's fracture risk	Suggested duration of treatment	Suggested duration of drug holiday ^a
Low	Treatment rarely indicated	NA
Mildly increased	Treat for approximately 5 yr	Stay off bisphosphonate until BMD decreases significantly or fracture occurs
Moderately increased	Treat for 5–10 yr	Stay off bisphosphonate for 2–3 yr (or less if BMD decreases or fracture occurs)
High	Treat for 10 yr	Stay off bisphosphonate for 1–2 yr (or less if BMD decreases or fracture occurs); alternate medication (e.g. raloxifene, teriparatide) may be given during the holiday from bisphosphonates

Duration is based largely on personal opinion.

^a Longer holidays might be appropriate for patients treated with bisphosphonates that bind most strongly to bone (i.e. zoledronic acid, alendronate), whereas shorter holidays might be considered for patients treated with compounds that bind less strongly (i.e. risedronate, ibandronate).

Gambar 1 Indikasi, dosis dan durasi terapi bisfosfonat

Prinsip pemberian asam zolendronat:

- 1) Pengobatan pada pria & wanita *post-menopause*
5 mg IV selama > 15 menit, sekali setahun
- 2) Pencegahan pada wanita *postmenopause*
5 mg IV selama > 5 menit, sekali setiap 2 tahun

Tabel 5. Reduksi risiko fraktur pada berbagai bisfosfonat

Fracture Type	Relative Risk Reduction (95% CI)			
	Alendronate ¹	Risedronate ¹	Ibandronate ²	Zolendronate ³
Vertebral	44% (32 to 54%)	39% (25 to 50%)	50% (26 to 66%)	70% (62 to 77%)
Hip	38% (2 to 60%)	26% (7 to 41%)	NS	41% (17 to 58%)
Wrist	33% (-31 to 66%)	32% (-8 to 57%)	NS	19% (-6 to 38%)
Other Non-Vertebral	19% (3 to 32%)	24% (9 to 36%)	NS	25%** (13 to 36%)

- b. *Estrogen* dan kombinasi *estrogen/progesterone* pada awalnya bersifat antiresorptif tetapi tidak direkomendasikan karena meningkatkan penyakit jantung, *stroke* dan risiko kanker payudara invasif.
- c. *Selective estrogen receptor modulators* (SERM's) merangsang reseptor *estrogen* secara selektif dan dapat memproduksi beberapa efek pelindung tulang dari *estrogen*. SERM's tidak hanya mengurangi risiko fraktur tetapi juga mengurangi risiko timbulnya kanker payudara *invasive*.
- d. Denosumab merupakan *antibody monoclonal ligan* RANK yang bekerja dengan menghambat perkembangan dan aktivitas osteoklas dan menurunkan laju resorpsi tulang. Pemberiannya hanya dilakukan sekali dalam enam bulan secara suntikan subkutan, obat ini merupakan agen antiresorpsi yang sangat poten. SERM dan denosumab diberikan pada pasien yang intoleransi bisfosfonat.
- e. Stronsium ranelat merupakan obat oral yang bersifat antiresorpsi. Ketika bergabung dengan struktur mineral dari osteoklas, ia membentuk ikatan dengan osteoklas dan meningkatkan laju

apoptosis osteoklas. Penggunaannya telah dilaporkan dapat meningkatkan massa tulang yang mungkin disebabkan karena berat molekulnya yang lebih tinggi dari kalsium yang dapat terlihat pada pemeriksaan DXA. Obat ini merupakan terapi lini kedua.

- f. Teriparatide merupakan analog rekombinan DNA dari hormone paratiroid dan mengandung N-terminal 34 asam amino diberikan setiap hari secara injeksi subkutan selama 18-24 bulan. Ia bersifat *anabolic* terhadap pembentukan tulang dan nampaknya turut merangsang osteoblast dan osteoklas sehingga menghasilkan peningkatan massa tulang. Biasanya obat ini digunakan pada kasus gagal terapi antiresorpsi dan kasus-kasus osteoporosis yang sangat berat pada orang dewasa. Teriparatide dikontraindikasikan pada pasien-pasien dengan lempeng tulang yang masih terbuka, keganasan, penyakit Paget tulang. Pasien yang telah menyelesaikan terapi 18-24 bulan teriparatide harus diberikan regimen terapi antiresorpsi untuk mempertahankan massa tulang yang didapatkan dari terapi. Hingga saat ini masih belum jelas apakah pengulangan terapi teriparatide bermanfaat pada pasien-pasien osteoporosis atau tidak, oleh karena itu dibutuhkan studi lebih lanjut.
- g. Apapun regimen penatalaksanaan osteoporosis, semua pasien harus mendapatkan kalsium dan vitamin D yang cukup yang biasanya dapat tercapai dengan suplemen. Defisiensi/insufisiensi vitamin D relative sering pada seluruh rentang usia. Fraktur panggul energy rendah biasanya sekitar 70-90% disertakan dengan insufisiensi vitamin D. Vitamin D adalah hormon yang memiliki banyak fungsi dalam tubuh. Ia berperan penting dalam kekuatan tulang, mineralisasi, kekuatan otot dan keseimbangan pada individu di atas 65 tahun Vitamin D bersifat larut lemak dan diproduksi dari kolestrol pada kulit. Ia juga dapat didapatkan dari sumber diet susu serta pancaran sinar UV-B pada kulit yang kemudian dihidroksilasi pada karbon ke-25 pada hati, dan dihidroksilasi pada karbon pertama di ginjal lalu membentuk bentuk aktifnya -1,25 dihidroksi vitamin D. Insufisiensi vitamin D didefinisikan sebagai kadar serum vitamin D <32 ng/mL, sedangkan defisiensi adalah kadar serum di bawah 20 ng/mL. Karena vitamin D merupakan hormone yang larut lemak, terdapat

kemungkinan terjadinya akumulasi dan toksisitas. Toksisitas disertai dengan hiperkalsemia (kadar serum kalsium di atas atau sama dengan 10.5 mg/dL. Toksisitas jarang terjadi dan biasanya nampak sebagai gejala hiperkalsemia: anoreksia, mual, poliuri, polidipsi, kelemahan, dan pruritis.

Rekomendasi dosis vitamin D untuk pasien adalah 800-1200 iu vitamin D3 di luar asupan rutin. Pada orang dewasa yang lebih tua dengan obesitas, pigmentasi kulit yang lebih gelap, penggunaan anti kejang, atau malabsorpsi dapat membutuhkan dosis yang lebih tinggi. Dosis yang dibutuhkan untuk membuat efek yang maksimal pada orang dewasa adalah 2000 iu per hari. Terdapat dua bentuk vitamin D yang tersedia secara komersial: vitamin D2 berasal dari sumber tumbuhan dan vitamin D3 yang berasal dari sumber hewani. Vitamin D2 tersedia dalam dosis yang lebih besar (50.000 IU) tetapi metabolismenya pada manusia tidak efisien. Sehingga vitamin D3 lebih dipilih. Perawatan yang tepat telah terbukti mempercepat proses penyembuhan.

Suplemen vitamin D harus diberikan dengan target serum 25 vitamin D 32 ng/mL atau lebih. Selain itu perlu diberikan terapi konseling pada semua pasien untuk melakukan aktivitas-aktivitas yang menopang berat badan, penghentian rokok, pencegahan jatuh dan modifikasi aktivitas yang dapat mengurangi risiko fraktur di masa yang akan datang. Terdapat sepertiga hingga separuh pasien yang tidak mengkonsumsi obat dalam waktu satu tahun sehingga terjadi persistensi terhadap bisfosfonat 20% pada waktu 24 bulan. Persistensi ini berpengaruh terhadap perlindungan fraktur. Pasien harus diingatkan bahwa jika obat osteoporosis tidak dikonsumsi sesuai dengan anjuran maka mereka tidak akan mendapatkan proteksi terhadap fraktur.

Tabel 6. Rekomendasi asupan kalsium dan vitamin D dan K untuk penanganan osteoporosis

Nutrien	Rekomendasi (per hari)	Makanan mengandung nutrient
Kalsium	≥800 mg 1000 mg dikonsumsi saat makan	susu, produk susu, komatuna, pak-choi, produk kacang kedelai, ikan kecil, udang
Vitamin D	400-800IU (10-20 ug)	Ubur-ubur, salmon, belut, pacific

Nutrien	Rekomendasi (per hari)	Makanan mengandung nutrient
Vitamin K	250-300 ug	saury, swordfish, chicken grunt, sole Telur, kacang kedelai fermentasi, bayam, komatsuna, brokoli, kol
Protein anjuran	Wanita 50 g Pria 60 g	

Monitoring jangka panjang

Osteoporosis merupakan penyakit yang sifatnya kronik sehingga pasien butuh penilaian berulang. Pengkajian ulang harus dipertimbangkan pada penatalaksanaan osteoporosis jangka panjang. Pemeriksaan DXA perlu dilakukan setiap 2 bulan dan pengukuran kadar kalsium serum serta kadar 25-hidroksi vitamin D dapat dilakukan. Setelah terapi bisfosfonat 5 tahun, pengkajian penggantian tulang dapat dilakukan dengan pemeriksaan kadar N-telopeptida. N-telopeptida berfungsi sebagai penunjuk aktivitas metabolic yang dapat membantu klinisi dalam pengambilan keputusan untuk kelanjutan atau perubahan terapi. Adanya fraktur baru saat terapi membutuhkan pengkajian ulang regimen terapi dan marker metabolic tulang.

Sedangkan untuk prinsip penatalaksanaan fraktur adalah *REDUCE, HOLD, EXERCISE*. Akan tetapi, metode yang dipilih untuk setiap fraktur tergantung kondisi dari tulang.

10. Tata laksana rehabilitasi pasca fraktur pada osteoporosis

Osteoporosis adalah *silent disease* yang dapat mengalami progresivitas dari kerusakan minimal kapasitas tulang rangka hingga menjadi penyakit yang ditandai dengan *frailty*, fraktur, deformitas, nyeri kronis, disabilitas, dan hilangnya kemandirian. Manajemen rehabilitasi tergantung dari keparahan hilangnya massa tulang, faktor risiko osteoporosis, derajat *frailty* dan kecenderungan untuk jatuh, kapasitas partisipasi dalam aktivitas kehidupan sehari-hari dan latihan yang aman, serta *level* nyeri. Semua pasien dengan disabilitas kronis harus diperiksa lebih lanjut untuk mencari akibat sekunder dari osteoporosis (seperti deformitas, nyeri, kontraktur) dan diberikan tata laksana yang komprehensif bila diperlukan. Target rehabilitasi terdiri dari mengurangi nyeri, memperbaiki atau mempertahankan massa tulang dan kekuatan serta fleksibilitas otot, mengurangi risiko jatuh (seperti pemberian alat bantu jalan dan modifikasi lingkungan rumah), meningkatkan kemandirian, dan memberikan latihan yang

aman (seperti latihan keseimbangan, latihan penguatan *core muscles* dan otot perifer, dan latihan berjalan) (Table 39-7).

Risiko terjadinya fraktur meningkat seiring dengan berkurangnya massa tulang. Untuk setiap penurunan deviasi standar pada kepadatan massa tulang, risiko terjadinya fraktur osteoporosis di tulang belakang meningkat 1.5-2 kali lipat dan risiko fraktur panggul meningkat 2.6-3 kali lipat. Prediktor lainnya dari risiko fraktur adalah usia. Risiko fraktur akibat osteoporosis meningkat dua kali lipat setiap 5-7 tahun. Belum diketahui dengan jelas apakah perubahan kepadatan tulang atau kualitas tulang terkait usia adalah faktor yang meningkatkan risiko fraktur akibat jatuh.

Fraktur dapat terjadi di tulang mana pun, tetapi yang paling sering terjadi fraktur adalah di bagian distal tulang radius, bagian proksimal tulang femur, dan/atau tulang vertebra akibat proses biomekanik saat jatuh. Nyeri akibat fraktur ini biasanya parah tetapi dapat hilang dengan sendirinya. Hilangnya fungsi akibat fraktur ini dapat mengganggu mobilitas dan aktivitas kehidupan sehari-hari yang akhirnya mengakibatkan hilangnya kemandirian. Evaluasi asupan kalsium dan vitamin D sangat penting pada usia lanjut. Latihan penguatan yang progresif dan *weight bearing* ditargetkan pada lokasi-lokasi tulang yang rentan terjadi fraktur dengan mempertimbangkan kerapuhan tulang masing-masing pasien.

11. Fraktur vertebra

Insidensi fraktur vertebra kurang dapat dipahami karena 50% dari fraktur ini terkadang tidak menimbulkan gejala sehingga pasien tidak berobat. Fraktur vertebra dapat disebabkan oleh trauma yang minimal seperti batuk dan mencedakan. Fraktur di lokasi ini biasanya melibatkan bagian anterior tulang vertebra dan paling sering terjadi di *thoracolumbar junction* (T8- L2). Hal ini disebabkan pada bagian anterior didominasi oleh tulang cancellous (65-75% tulang trabekular dan 25-35% tulang kortikal).

Fraktur vertebra dapat menyebabkan nyeri akut dan kronik. Nyeri akut tanpa adanya fraktur sebelumnya biasanya disebabkan oleh fraktur kompresi tulang vertebra. Terkadang trauma minor dapat menyebabkan fraktur kompresi. Tulang vertebra yang mengalami kompresi tidak terlihat di foto sinar-X hingga 4 minggu setelah cedera. Fraktur kompresi biasanya menyebabkan nyeri yang kemudian akan

semakin berkurang. Tata laksana rehabilitasi pada nyeri dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Tata laksana rehabilitasi nyeri akut fraktur osteoporotik tulang vertebra

Tata laksana rehabilitasi nyeri akut fraktur osteoporotik tulang vertebra
<ol style="list-style-type: none">1. Tirah baring selama 2 hari (hilangnya massa tulang tidak terjadi dengan 2 hari tirah baring)2. Analgesik (hindari penggunaan medikamentosa dengan efek samping konstipasi seperti kodein)3. Hindari konstipasi4. Modalitas fisik diawali dengan <i>cold pack</i> kemudian modalitas heat, laser, taping dan <i>stroking massage</i>5. Latihan terapeutik dengan menghindari latihan yang terlalu kuat6. Intervensi rehabilitasi seperti taping, injeksi neuromuskuloskeletal dengan USG <i>guided</i> dengan atau tanpa <i>regenerative agent</i>, hingga <i>intervensional pain management</i>, sesuai dengan indikasi dan kontraindikasi.7. Edukasi postur tubuh saat mobilisasi di tempat tidur, transfer, mengangkat dan berdiri untuk mencegah tarikan yang berlebihan pada tulang belakang8. Penopang punggung bila diperlukan untuk mengurangi nyeri dan membantu ambulasi9. Alat bantu jalan bila diperlukan10. Monitor gejala radikulopati dan kompresi medulla spinalis pada lokasi fraktur

Nyeri juga dapat berupa nyeri tajam yang bertambah dengan aktivitas terutama mobilisasi di tempat tidur dan saat transfer dan nyeri berkurang dengan istirahat. Setelah terjadi fraktur akut, pasien dapat mengeluhkan nyeri bahkan saat melakukan aktivitas kehidupan sehari-hari yang dasar seperti berjalan, menyisir rambut atau mengenakan pakaian. Nyeri ini dapat berlangsung selama 2-3 minggu tetapi berkurang secara bertahap selama 6-8 minggu pasca fraktur. Osteoporosis jarang mengakibatkan nyeri akut yang parah tanpa adanya fraktur.

Fraktur tulang belakang secara umum dapat sembuh dengan baik tanpa diberikan intervensi apapun. Oleh karena itu, tata laksana primer pada nyeri akut cukup berupa tirah baring, imobilisasi lokasi fraktur dengan pemberian orthosis, dan pemberian analgesik bersama dengan pemberiaan modalitas fisik. Intervensi farmakologi yang

diberikan pada keadaan fraktur akut adalah golongan narkotik (kodein), beberapa kasus menggunakan aplikasi transdermal (golongan diklofenak, lidokain), atau tramadol oral. Dalam 3-4 minggu, mulai penyapihan *analgesic* dengan pemberian asetaminofen atau golongan AINS. Program aktivitas transfer dan mobilisasi secara bertahap diberikan setelah beberapa hari tirah baring. Selain itu, pasien juga dapat diberikan matras gel khusus untuk kenyamanan pasien saat mobilisasi dan transfer di tempat tidur terutama pada awal fase rehabilitas pasca fraktur. Pemberian laksatif juga perlu diberikan untuk mencegah pasien mengedan saat buang air besar. Selanjutnya, pasien dapat diberikan program latihan resistif progresif pada anggota gerak, latihan penguatan isometrik otot abdomen dan otot punggung.

Setelah beberapa kali terjadi fraktur tulang vertebra, tulang vertebra yang kolaps dan/atau *anteriorly wedged* dapat mengakibatkan deformitas punggung berupa kifosis, berkurangnya tinggi badan, dan nyeri kronis di area *thoracolumbar junction* (akibat sekunder dari spasme otot paraspinal dan deformitas mekanik). Nyeri punggung kronis biasanya memiliki intensitas yang lebih ringan dibandingkan nyeri akut fraktur; nyeri ini menyebar secara lateral, berhubungan dengan aktivitas dan berkurang dengan istirahat. Pada pasien dengan fraktur multiple dan kifosis yang parah, *costal-iliac impingement syndrome* dapat terjadi.¹ Deformitas tulang belakang yang disebabkan oleh fraktur ini dapat menimbulkan nyeri kronis. Bila nyeri ini tidak dapat diatasi dalam waktu yang lama (>6 bulan), dapat mengakibatkan depresi, gangguan tidur, dan penurunan fungsi. Perubahan postur menjadi hiper-kifosis merupakan deformitas yang paling sering terjadi. Insidensi osteoporosis dapat dikurangi melalui deteksi dan intervensi dini pada pasien risiko tinggi. Ketidakseimbangan antara otot ekstensor punggung yang lemah relatif terhadap berat badan atau terhadap otot fleksor punggung yang lebih kuat dapat meningkatkan risiko terjadinya kompresi tulang vertebra pada tulang yang telah rapuh akibat osteoporosis. Pengenalan dan perbaikan kekuatan ekstensor punggung yang berkurang dapat meningkatkan kemampuan untuk menjaga kesegaran vertikal tubuh dengan benar. Populasi usia lanjut memiliki risiko terjadinya perubahan postur tubuh karena beberapa faktor, dua faktor yang paling sering adalah osteoporosis dan hilangnya *motor unit* otot-otot

fungsional. Postur kifosis tidak hanya menyebabkan nyeri punggung postural tetapi juga meningkatkan risiko jatuh.

Nyeri punggung dengan gejala neurologis pada tungkai dapat terjadi pada fraktur tulang vertebra akibat dorongan fragmen tulang ke arah posterior atau berhubungan dengan penyempitan foramen yang menyebabkan penyempitan saraf dan gejala radikuler. Selain itu, latihan postur, latihan penguatan otot abdomen dan lumbal, serta penggunaan *brace* CASH (*cruciate anterior sternal hyperextension*) dapat mengurangi gejala dengan mengangkat tulang iga untuk menghindari kontak dengan *iliac crest*. Medikamentosa dapat berupa analgesik trans-dermal (diklofenak atau lidokain) atau narkotik. Pada kasus yang parah, reseksi tulang iga bawah mungkin memberikan manfaat. Nyeri punggung kronis dapat juga disebabkan oleh deformitas akibat *vertebral wedging* dan kompresi serta *strain* ligamen secara sekunder. Deformitas ini kadang sulit dibedakan dari kerusakan diskus yang biasanya juga terlibat. Diskus inter-vertebra juga mengalami perubahan yang cukup dramatis seiring dengan usia. Melalui proses penuaan, fibril kolagen di dalam diskus meningkat baik jumlah maupun diameternya. Perubahan ini kadang menyertai fraktur.

Kesimpulannya, manajemen nyeri punggung kronis yang berhubungan dengan fraktur tulang vertebra osteoporotik mencakup program penguatan otot paravertebra, abdomen, dan gluteal serta program latihan yang aman untuk memperbaiki fungsi keseimbangan, fleksibilitas, dan postur. Pada kasus yang parah, orthosis dapat memberikan manfaat. Asesmen aktivitas kehidupan sehari-hari dapat membantu menentukan penggunaan teknik dan alat bantu tertentu untuk menghindari situasi yang menimbulkan rasa nyeri. Modalitas fisik seperti *heat & cold therapy*, *transcutaneous electrical nerve stimulation* dan *laser therapy* juga dapat diberikan untuk mengurangi rasa nyeri. Selain itu, nyeri kronis juga dapat diatasi dengan hipnosis, modifikasi perilaku, *biofeedback* dan konseling.

12. Hip pads untuk profilaksis fraktur

Hip protector pads dapat melindungi tulang panggul dari terjadinya fraktur tetapi kepatuhan memakai alat ini kurang baik. Alat ini dianjurkan untuk diberikan pada orang-orang usia lanjut dengan risiko tinggi (adanya riwayat jatuh, gangguan keseimbangan, dan

penurunan kognisi) sebagai tambahan penggunaan alat bantu jalan. Selain itu, pasien-pasien ini juga perlu diberikan edukasi mengenai bagaimana jatuh dan mendarat dengan aman untuk mencegah terjadinya fraktur panggul akibat *high impact contact* saat jatuh. Benturan pada bokong lebih tidak traumatik terhadap panggul dibandingkan benturan pada *greater trochanters*.

13. Tata laksana tindakan orthopaedi

Fraktur jenis ini membutuhkan pemulihan dari fungsi sesegera mungkin sehingga membutuhkan stabilisasi dan fiksasi secara operatif serta rehabilitasi yang baik. Kondisi optimal pelaksanaan operasi adalah dalam 48 jam post trauma. Komorbiditas lain pada pasien juga harus ditangani dengan baik. Prosedur operasi harus sesederhana mungkin untuk mengurangi waktu operasi, perdarahan serta stress fisiologik.

Teknik operasi pada fraktur tipe ini tergolong karena bukan hanya terjadi gangguan kualitas tulang yang membuat fiksasi implant lebih sulit diprediksi tetapi juga karena terjadi penurunan kemampuan penyembuhan pasien. Fraktur daerah metafisis paling baik ditangani dengan fiksasi internal untuk mengembalikan kesegaran anatomic sesuai fungsi normal. Namun tanpa adanya korteks yang kuat kemungkinan stabilitas fiksasi akan berkurang. Terdapat tiga teknik pendekatan penanganan fraktur fragilitas meliputi perbaikan teknik anchoring, perbaikan distribusi gaya antara tulang dengan implant, peningkatan kekuatan tulang supaya anchoring juga membaik dan terakhir adalah penggantian dengan prostetik.

Implantasi prostetik dini dianjurkan pada kasus fraktur pada geriatric dengan risiko nonunion tinggi, kemungkinan nekrosis avaskuler, pada fraktur kolum femur bergeser dan fraktur proksimal humerus empat-bagian, fraktur distal humerus kominutif.

Rekomendasi	
1. Fraktur operatif memerlukan fiksasi berupa fiksasi interna	Rekomendasi C
2. Implantasi prostetik dini dianjurkan	Rekomendasi C
3. Fraktur proksimal femur stabil kurang dari 80 tahun dilakukan imobilisasi dengan traksi atau parallel hip screw	Rekomendasi C
4. Fraktur proksimal femur tidak stabil kurang dari 80 tahun dilakukan fiksai internal, hemiarthroplasti atau total hip artroplasti	Rekomendasi C
5. Fraktur proksimal femur stabil lebih dari 80 tahun dilakukan hemiarthroplasti	Rekomendasi C
6. Fraktur proksimal femur tidak stabil lebih dari 80 tahun dilakukan total hip artroplasti	Rekomendasi C

F. **Tata laksana definitif fraktur berdasarkan regio**

1. Klavikula

a. Epidemiologi

Fraktur klavikula menyumbang 2,6-10% dari semua fraktur, Dan sekitar 80% tempat fraktur pada pasien dewasa adalah klavikula *mid-shaft*. Selanjutnya, fraktur *mid-shaft* klavikula lebih dari 70% terjadi *displace*.

b. Klinis

Pasien biasanya terlihat dengan pembelatan ekstremitas yang terkena, dengan lengan disisipkan di dada dan didukung oleh tangan kontralateral untuk menopang bahu yang cedera. Pemeriksaan neurovaskular yang teliti diperlukan untuk menilai saraf dan vaskular terletak di posterior tulang klavikula. Dada harus diauskultasi untuk suara nafas simetris. Takipnea dapat terjadi akibat nyeri dengan inspirasi; ini harus dibedakan dengan suara nafas berkurang, yang mungkin merupakan pneumotoraks ipsilateral yang disebabkan oleh cedera paru-paru apikal.

c. Radiografi

Radiografi anteroposterior standar cukup memadai untuk mengkonfirmasi adanya fraktur klavikula dan derajat fraktur *displace*.

- 1) Arah sinar 30° *cephalad tilt view* memberikan gambar clavícula tanpa tumpang tindih dengan anatomi toraks.
- 2) *Apikal Oblique view* dapat membantu dalam mendiagnosis fraktur *displace* minimal, terutama pada anak-anak. *View* ini diambil dengan bahu miring 45 derajat ke arah sumber sinar-X, miring 20 derajat *cephalad*.
- 3) Rontgen dada memungkinkan perbandingan antara sisi dengan sisi lainnya, termasuk panjang normal.
- 4) CT (*Computed tomography*) scan mungkin berguna, terutama pada fraktur sepertiga proksimal, untuk membedakan dislokasi sternoklavikular dari cedera epifisis, atau fraktur sepertiga distal, untuk mengidentifikasi keterlibatan artikular.

d. Klasifikasi

Allman

- 1) Kelompok I: fraktur sepertiga tengah (80%). Ini fraktur yang paling sering terjadi pada anak-anak dan orang dewasa;
- 2) Kelompok II: fraktur sepertiga distal (15%). Ini adalah subklasifikasi Sesuai dengan lokasi relatif ligamen coracoklavikular

Untuk fraktur:

Tipe I : *displace* minimal: fraktur *interligamentousa* antara Conoid dan trapesium atau antara coracoklavikular dan ligamen AC; Ligamen masih intak

Tipe II : *displace* sekunder akibat rekahan medial pada Ligamen coracoklavikular : insiden nonunion yang lebih tinggi.

IIA : Konoid dan trapesium menempel pada segmen distal.

IIB : Konoid robek, trapesium menempel pada segmen distal.

Tipe III : Fraktur permukaan artikular sendi AC tanpa cedera ligamen: keraguan dengan pemisahan sendi AC derajat pertama.

- 3) Kelompok III: fraktur sepertiga proksimal (5%). *Displace* minimal dengan ligamen costoklavikular tetap intak. Dapat mewakili cedera epifisis pada anak-anak dan remaja. Subkelompok termasuk :

- Tipe I : *displace* minimal
- Tipe II : *displace*
- Tipe III : Intraartikular
- Tipe IV : Pemisahan epifisis
- Tipe V : kominutif

Klasifikasi AO

- 1) 15.1 Medial Klavikula
 - a) 15.1-A ekstra artikular
 - b) 15.1-B intra artikular
 - c) 15.1-C multifragmen
 - 2) 15.2. Mid Klavikula Fraktur mid klavikula terbagi menjadi 3 grup:
 - a) 15.2-A adalah fraktur sederhana dua bagian
 - b) 15.2-B adalah fraktur tipe wedge
 - c) 15.2-C adalah fraktur kompleks
 - 3) 15.3 Lateral Klavikula
 - 4) 15.3 Klasifikasi fraktur lateral klavikula terbagi menjadi 3 :
 - a) 15.3 A *Undisplace* CC Intak
 - b) 15.3 B *Displace* CC Intak
 - c) 15.3 C *Displace* CC Disrupted
 - 5) 15.3-A1 *Undisplace* ekstra artikular
 - 6) 15.3 A2 *Undisplace* intra artikular
 - 7) 15.3-B1 *Displace* sederhana, CC ligament intak
 - 8) 15.3-B2 *Displace* multifragmen dengan avulsi CC dengan signifikan fragmen atau tulang dari klavikula
 - 9) 15.3-C1 *Displace* ekstra artikular, CC ligamen ruptur
 - 10) 15.3-C2 *Displace* intra artikular, CC ligamen ruptur
- e. Tata laksana
- 1) Non Operatif

Kenyamanan dan rasa sakit yang berkurang adalah tujuan utama dari tata laksana. Indikasi untuk non operatif yaitu pemendekan <2 cm dan *displace*, indikasi lainnya adalah pasien lansia dengan persediaan tulang yang buruk, permintaan pasien. Hampir semua fraktur klavikula akan sembuh secara sempurna dengan tata laksana nonoperatif. *Arm sling* dapat memberikan hasil yang sama seperti *figure of 8*, lebih nyaman dan sedikit menimbulkan masalah kulit.

Kurangnya bukti bahwa *figure of 8* memiliki hasil yang lebih baik daripada splint yang mudah digunakan dan lebih nyaman. Keuntungan tata laksana non operatif adalah Tidak ada risiko pembedahan. Kelemahannya berupa resiko malunion dan tulang yang menonjol. Kontraindikasi untuk penggunaan *arm sling* adalah *floating shoulder*.

2) Operatif

Untuk tata laksana operatif kasus - kasus fraktur *distal forearm* operator dapat menggunakan *Plate Screw* ataupun *intra medullary nail* menyesuaikan dengan tipe fraktur, kemampuan operator dan banyak pertimbangan lainnya. Tetapi kembali ke fasilitas rumah sakit tempat operator bekerja apakah fasilitas tersebut tersedia atau tidak. Indikasi yang diterima untuk tata laksana operatif fraktur klavikula akut adalah fraktur terbuka, cedera neurovaskular terkait, dan tarikan kulit dengan potensi dapat terjadi fraktur terbuka.

Intra medullary nail lebih direkomendasikan dibandingkan dengan *Plate screw* karena waktu operasi yang lebih pendek, insisi yang lebih kecil, kehilangan darah lebih sedikit dan pemulihan fungsional pada *follow-up* 6 bulan pasca operasi lebih baik. Sementara itu, infeksi superfisial lebih sedikit, simptomatik *hardware*, bekas luka hipertrofik dan refraktur setelah pengangkatan implan terjadi pada *intra medullary nail*.

Rekomendasi :

Bukti saat ini dari meta-analisa menyarankan untuk penggunaan fiksasi intramedullar untuk fraktur klavikula karena banyaknya keuntungan yang didapat.

I-A

2. Skapula

a. Epidemiologi

Cedera yang relatif jarang terjadi ini hanya mewakili 3% sampai 5% dari semua Fraktur bahu dan 0,5% sampai 1% dari semua fraktur. Usia rata-rata pasien dengan fraktur skapula adalah 35 sampai 45 tahun.

b. Klinis

Evaluasi trauma menyeluruh, dengan memperhatikan jalan napas, pernapasan, sirkulasi, disabilitas, dan eksposur.

- 1) Pasien terlihat dengan ekstremitas atas ditopang oleh tangan kontralateral dalam posisi adduksi dan *immobile*, Dengan ROM terbatas dan nyeri, terutama abduksi bahu.
- 2) Pemeriksaan cermat untuk cedera yang terkait harus dilakukan, dengan penilaian neurovaskular yang menyeluruh.
- 3) Sindrom kompartemen pada fraktur skapula jarang terjadi, tapi pengecualian dengan adanya rasa sakit yang tidak sesuai dengan luka yang terlihat. “*Comolli Sign*“ adalah pembengkakan segitiga posterior thorax di atas skapula dan sugestif hematoma yang dihasilkan dalam tekanan kompartemen yang meningkat.

c. Radiografi

Fraktur pada scapula mungkin dapat ditemukan saat di fotosinar-X dada. Radiografi awal seharusnya termasuk rangkaian trauma bahu, yang terdiri dari *true anteroposterior view*, tampilan proyeksi aksilar, dan tampilan proyeksi skapula-Y (*skapula true lateral*); Ini umumnya mampu menunjukkan kebanyakan glenoid, fraktur skapula, badan, dan akromion.

- 1) Proyeksi aksilar dapat digunakan untuk menggambarkan acromial dan fraktur rim glenoid lebih lanjut.
- 2) *Fraktur acromial* tidak boleh disamakan dengan *os acromiale*, bentuknya bulat, *unfused apophysis*, ada pada kira-kira 3% dari populasi. Saat terjadi, sebanyak 60% kasus adalah bilateral.
- 3) Hipoplasia Glenoid, atau displasia leher scapula, adalah kelainan yang jarang terjadi yang mungkin menyerupai impaksi glenoid dan mungkin saja berhubungan dengan kepala humerus atau kelainan akromial.

Radiografi 45 derajat *cephalic tilt* (*Stryker notch*) sangat membantu mengidentifikasi fraktur coracoid. *Computed tomography* mungkin berguna untuk mengidentifikasi lebih lanjut fraktur glenoid intra-artikular. Karena tingginya insiden cedera terkait, terutama pada struktur toraks, radiografi dada merupakan bagian penting dari evaluasi.

d. Klasifikasi

- 1) Klasifikasi anatomi (Zdravkovic dan Damholt)
Tipe I : Badan scapula

- Tipe II : Fraktur apophyseal, termasuk akromion dan coracoid
- Tipe III : Fraktur sudut superolateral, termasuk Leher skapula dan glenoid
- 2) Klasifikasi Ideberg Fraktur Glenoid intra-artikular
- Tipe I : Fraktur avulsion dari anterior margin
- Tipe IIA : Fraktur transversal melalui fosa glenoid yang keluar Inferior
- Tipe IIB : Fraktur oblique melalui fososa glenoid yang keluar inferior
- Tipe III : Fraktur miring melalui glenoid yang keluar secara superior dan Sering dikaitkan dengan cedera sendi *acromioclavicular*
- Tipe IV : Fraktur transversal keluar melalui batas medial skapula
- Tipe V : Kombinasi pola tipe II dan tipe IV
- Tipe VI : Fraktur glenoid kominnutif
- 3) Klasifikasi Fraktur *acromial* (Kuhn et al.)
- Tipe I : *displace* minimal
- Tipe II : *displace* namun tidak mengurangi ruang subakromial
- Tipe III : Mengurangi dengan penyempitan ruang subakromial
- 4) Klasifikasi Fraktur *coracoid* (Ogawa dkk.)
- Tipe I : Proksimal pada ligamen *coracoclavicular*
- Tipe II : Dekat dengan ligamen *coracoclavicular*
- Klasifikasi AO¹³⁶
- 1) 14.1-A1 Extraartikular glenoid *neck* - Sederhana
 - 2) 14.1-A2 Extraartikular glenoid *neck* - Wedge
 - 3) 14.1-A3 Extraartikular glenoid *neck* – Multifragmen
 - 4) 14.1-B1 Parsial artikular - Anterior
 - a) 14.1-B1.1 Sederhana
 - b) 14.1-B1.2 Multifragmen
 - 5) 14.1-B2 Parsial artikular – Posterior
 - a) 14.1-B2.1 Sederhana
 - b) 14.1-B2.2 Multifragmen
 - 6) 14.1-B3 Parsial artikular - Transverse
 - a) 14.1-B3.1 Sederhana

- b) 14.1-B3.2 Multifragmen
 - 7) 14.1-C1 Artikular lengkap - Artikular sederhana, neck sederhana
 - 8) 14.1-C2 Artikular lengkap - Sederhana artikular, wedge or multifragmen neck
 - 9) 14.1-C3 Artikular lengkap – Artikular multifragmen
 - 10) 14.2 Fraktur Acromion
 - a) 14.2-A Sederhana
 - b) 14,2-B Multifragmen
 - c) 3. 14.2-C Dikombinasikan dengan fraktur lainnya
 - 11) 14.3 Fraktur *Coracoid*
 - a) 14.3-A Sederhana
 - b) 14.3-B Multifragmen
 - c) 14.3-C Dikombinasikan dengan fraktur lainnya
 - 12) 14.4 Fraktur badan *scapula*
- e. Tata laksana
- 1) Non Operatif

Untuk tata laksana non operatif dapat menggunakan *arm sling*. Indikasi utama $<20^\circ$ deviasi pada sudut antara glenoid dan *lateral scapular rim* dibandingkan dengan sudut anatomis. Indikasi pendukung adalah risiko operasi lebih besar daripada manfaatnya. Keuntungan dari tata laksana operatif tidak ada risiko operasi dan risiko anestesi. Untuk tata laksana non operatif juga terdapat kekurangan yaitu keterlambatan dalam mendapatkan kembali gerak penuh serta meningkatnya risiko kekakuan pada bahu.

Rekomendasi :

Perawatan operatif pada fraktur *displace* skapula menghasilkan hasil yang serupa dari segi Penyembuhan, kembali beraktivitas, nyeri, dan komplikasi bila dibandingkan dengan tata laksana nonoperatif Kami tidak menyarankan untuk menatalaksana operatif pada fraktur badan skapula ataupun leher dengan *displace* kurang dari 20 mm. (III-C)

- 2) B. Operatif

Plate and screw fixation

Indikasi utama deviasi $> 20^\circ$ pada sudut antara glenoid dan rim lateral dibandingkan dengan sudut anatomis. Fraktur

displace intra-artikular, *displace* >5mm, fraktur rim glenoid yang terkait dengan subluksasi kepala humerus, fraktur yang tidak stabil pada leher skapula, Fraktur apophyseal yang buruk. Dibutuhkan ahli bedah yang sangat berpengalaman dan terampil dan pencitraan serta peralatan yang memadai.

Indikasi pendukungnya adalah mobilisasi lebih awal. Keuntungannya mengurangi resiko *displace* dan mobilisasi awal mungkin dilakukan. Kekurangan berupa Kemungkinan kebutuhan untuk pengangkatan *hardware* serta resiko cedera saraf pada saraf aksilaris dan supraskapular. Tata laksana operatif terdapat kontraindikasi yaitu lesi neurovaskular, pasien tidak dalam keadaan yang layak untuk operasi, osteoarthritis berat dan fraktur terkait *humeral head* yang akan dirawat secara operatif.

3. Humerus

a. Epidemiologi

Fraktur proksimal humerus relatif terjadi, mewakili 4-5% dari seluruh fraktur. Wanita lebih sering terkena dua kali lebih sering daripada pria. Insiden meningkat seiring dengan usia dengan kejadian tertinggi pada wanita berusia antara 80 dan 89 tahun, diantara orang tua, tulang osteoporosis mempengaruhi pilihan pengobatan dan hasil klinis. Delapan tujuh persen fraktur tulang pada orang dewasa akibat jatuh dari ketinggian tegak. Kejadian fraktur yang lebih kompleks tampaknya meningkat seiring bertambahnya usia; Pasien dengan fraktur humerus proksimal osteoporotik memiliki fraktur yang lebih kompleks.

Fraktur *shaft humerus (diaphysis)* menyumbang sekitar 3% dari semua fraktur dan mewakili 20% dari semua fraktur humerus. Penyebab utama fraktur meliputi kecelakaan lalu lintas, kecelakaan jatuh, atau luka bakar. Beberapa studi epidemiologi telah dilakukan pada topik ini dan yang telah dipublikasikan tidak sesuai dengan demografi pasien.

Dalam sebuah penelitian terhadap 249 fraktur shaft humerus berturut-turut selama periode tiga tahun, sekitar 60% terjadi di sepertiga tengah diaphysis dan sisanya 40% pada kelompok ketiga proksimal atau distal (30% dan 10%). Kurang dari 10% fraktur terbuka. Penyebab utama patah tulang bervariasi menurut usia

dan jenis kelamin. Distribusi usia bimodal diamati dengan puncak pada dekade ketiga akibat luka bakar atau cedera kecepatan tinggi yang terjadi pada pria dan puncak yang lebih besar pada dekade ketujuh dengan 75% patah tulang terjadi pada wanita, umumnya disebabkan oleh kejatuhan sederhana. Dan dikaitkan dengan tulang osteoporosis.

Kejadian fraktur humerus distal pada orang dewasa jarang terjadi. Frekuensi bervariasi menurut jenis kelamin dan usia dengan insiden yang lebih tinggi terlihat di antara laki-laki pada kelompok usia 12-19 tahun sementara insiden yang lebih tinggi terlihat pada wanita paruh baya dan lanjut usia. Fraktur humerus distal menyumbang 2% fraktur pada orang dewasa.

b. Klinis

Pasien dengan fraktur proksimal humerus terlihat dengan ekstremitas atas dekat dengan dada oleh tangan kontralateral, dengan rasa sakit, bengkak, nyeri tekan, ROM yang nyeri, dan krepitasi.

- 1) *Ecchymosis* proksimal humerus mungkin tidak segera terlihat. Dinding dada dan *ecchymosis* panggul mungkin terjadi dan harus dibedakan dari cedera toraks.
- 2) Pemeriksaan neurovaskular yang hati-hati sangat penting, khususnya pada fungsi saraf aksila. Hal ini dapat dinilai oleh adanya sensasi pada aspek lateral lengan proksimal di atas deltoid. Pengujian motorik biasanya tidak mungkin dilakukan pada saat ini karena nyeri. Inferior dari fragmen distal dapat diakibatkan oleh atonia deltoid dan bukan dislokasi glenohumeral sejati; biasanya dapat sembuh dalam 4 minggu setelah fraktur, tapi bila menetap, ini mungkin merupakan cedera saraf aksilaris.

Pasien dengan fraktur *shaft humerus* biasanya terlihat dengan rasa sakit, bengkak, deformitas, dan pemendekan lengan yang terkena.

- 1) Pemeriksaan neurovaskular yang hati-hati sangat penting, khususnya perhatian pada fungsi saraf radial. Dalam kasus pembengkakan ekstrim, pemeriksaan serial neurovaskular diindikasikan dengan pengukuran Tekanan kompartemen yang mungkin.

- 2) Pemeriksaan fisik sering menunjukkan ketidakstabilan berat dengan krepitasi pada manipulasi ringan.
- 3) Abrasi jaringan lunak dan laserasi minor harus dibedakan dari fraktur terbuka
- 4) Ekstensi intra-artikular dari fraktur terbuka dapat ditentukan oleh injeksi intra artikular cairan salin dari jarak jauh dari lokasi luka dan mencatat ekstrasvasasi cairan dari luka.

Untuk Pemeriksaan distal humerus tanda dan gejala bervariasi dengan tingkat pembengkakan dan *displace*; pembengkakan sering terjadi, membuat *landmark* sulit untuk dipalpasi. Namun, hubungan antara *olecranon*, *medial*, dan *lateral condyle* harus dijaga, dan menggambarkan segitiga sama sisi.

- 1) ROM dengan krepitasi dan ketidakstabilan dapat terjadi.
- 2) Evaluasi neurovaskular sangat penting, karena ujung fragmen proksimal yang retak sangat tajam dan bisa menusuk atau menyinggung arteri brakialis, saraf medianus, atau saraf radial.
- 3) Pemeriksaan neurovaskular serial dengan pemantauan tekanan kompartemen mungkin diperlukan; Pembengkakan fosa *cubitus* dapat menyebabkan kerusakan pembuluh darah atau perkembangan sindrom kompartemen volar yang menghasilkan iskemia Volkmann.

c. Radiografi

1) Proximal

Setelah status klinis pasien telah ditetapkan dan distabilkan, pemeriksaan sinar-X pada bahu yang terluka adalah wajib. Seri sinar-X trauma harus dilakukan. Ini terdiri dari tampilan AP yang benar, tampilan lateral aksila, dan tampilan Y *scapular*. Paling sedikit dua sinar-X tegak lurus (AP yang benar dan tampilan Y berbentuk potret) diperlukan untuk mengidentifikasi jenis fraktur. Sebuah "sinar-X *true AP*" dari bahu dibuat dengan sinar sentral yang bersinggungan dengan permukaan glenoid. Tampilan skapula Y dibuat dengan sinar sentral yang tegak lurus terhadap glenoid. Pandangan lateral transthoracic sudah usang sekarang ini.

Pemindaian CT tidak diperlukan untuk semua fraktur humerus proksimal. Mereka bisa sangat membantu untuk menilai luka yang kompleks, terutama yang melibatkan

humeral head, atau dengan komunitif yang signifikan. *CT scan* dapat menilai:

- a) Fraktur morfologi (termasuk jumlah fragmen)
- b) Stok tulang tuberositas and *fragmen humeral head*
- c) Tingkat *communitif*
- d) Ukuran fragmen yang bisa diperbaiki
- e) Panjang ekstensi metafisis posteromedial

Untuk preoperatif penggunaan nail pada fraktur proksimal *humerus*, standar radiografi yang harus dilakukan adalah *true anteroposterior*, aksilar, dan *scapular Y views*. Meskipun tomografi terkomputerisasi dapat membantu membedakan kasus kompleks dan dapat digunakan secara kasus per kasus, radiografi polos menjadi andalan bagi *humerus proksimal* dalam mendiagnosis dan tata laksana fraktur.

2) Shaft

Radiografi AP dan lateral untuk *humerus* harus dilakukan, termasuk sendi bahu dan siku pada setiap view. Untuk memperoleh view 90 derajat satu sama lain, pasien, bukan lengan.

Harus diputar (*transthoracic lateral*), sebagai manipulasi Ekstremitas yang terluka biasanya akan menghasilkan rotasi fragmen distal saja.

- Traksi Radiografi dapat membantu dalam melihat fraktur dalam kasus-kasus yang parah

Pola fraktur yang *displace* atau kominusi.

- *Computed tomography*, *bone scan*, dan MRI jarang diindikasikan Kecuali dalam kasus di mana fraktur patologis dicurigai.

3) Distal

Standar anteroposterior (AP) dan lateral view dari siku harus diperoleh oblique view mungkin bisa membantu lebih jauh dalam melihat fraktur

- a) Radiografi traksi dapat menggambarkan pola fraktur yang lebih dan mungkin berguna untuk perencanaan pra operasi.
- b) Pada fraktur *nondisplace*, tanda "*fat pad*" anterior atau posterior mungkin ada pada *lateral view*, yang merupakan

displace dari lapisan adiposa yang menutupi kapsul sendi karena adanya efusi atau hemarthrosis.

- c) Fraktur *displace* minimal dapat menyebabkan penurunan derajat normal sudut *shaft condylar* 40 derajat terlihat pada *lateral view*.
- d) Karena fraktur interkondylar jauh lebih umum daripada fraktur *supracondylar* pada orang dewasa, radiografi AP (atau miring) Harus dilakukan untuk melihat pemisahan vertikal dalam intercondylar daerah humerus distal.

d. Klasifikasi

1) Klasifikasi proximal humerus

- a) *Neer*
- b) Empat bagian: Ini adalah *greater tuberosity* dan *lesser tuberosity*, *shaft humerus*, dan *humeral head*.
Bagian didefinisikan sebagai *displace* jika fraktur *displace* ≥ 1 cm atau 45 derajat angulasi.
- c) Tipe fraktur termasuk
 - (1) Fraktur satu bagian: tidak ada fragmen *displace* terlepas dari jumlah garis fraktur.
 - (2) Fraktur dua bagian (salah satu dari berikut ini):
 - (a) *anatomical neck*
 - (b) *Surgical neck*
 - (c) *Greater tuberosity*
 - (d) *Lesser tuberosity*
 - (3) Fraktur tiga bagian:
 - (a) *Surgical neck* dengan *greater tuberosity*
 - (b) *Surgical neck* dengan *lesser tuberosity*
 - (4) Fraktur empat bagian :
 - (a) *Fraktur dislokasi*
 - (b) *Fraktur permukaan artikular*

Klasifikasi AO untuk proksimal humerus¹⁴⁰

- a) 11-A1 Fraktur extraartikular unifokal, tuberositas
 - (1) A1 adalah fraktur yang melibatkan *greater tuberosity*
 - (2) A2 terkena fraktur metafisis, kadang-kadang disebut patah tulang leher bedah
 - (3) A3 adalah fraktur metaphysis yang tidak diobati (*displace*)

- b) 11-A2 Fraktur extraartikular, unifokal, *impacted metaphysis*
 - (1) 11-A2.1 Tanpa malalignment frontal
 - (2) 11-A2.2 Dengan vaskular malalignment
 - (3) 11-A2.3 Dengan malalignment valgus
- c) 11-A3 Fraktur extraartikular unifokal, *nonimpacted metaphysis*
 - (1) 11-A3.1 sederhana, dengan angulasi
 - (2) 11-A3.2 Sederhana, dengan translation
 - (3) 11-A3.3 Multifragmen
- d) 11-B1 Fraktur extraartikular bifocal dengan impaksi metaphysis
 - (1) 11-B1.1 Impaksi lateral dan keterlibatan greater tuberositas
 - (2) 11-B1.2 Keterlibatan lesser tuberositas
 - (3) 11-B1.3 Impaksi posterior dan keterlibatan greater tuberositas
- e) 11-B2 Fraktur extraartikular bifocal tanpa impaksi metaphysis
- f) 11-B2.1 Tanpa pemindahan rotasi fragmen epifisis
 - (1) 11-B2.2 Dengan perpindahan rotasi fragmen epiphysis
 - (2) 11-B2.3 fraktur multifragmen metaphysis dengan keterlibatan dari tuberositas.
- g) 11-B3 Fraktur extraartikular bifocal dengan dislokasi gleno humeral
 - (1) 11-B3.1 dengan tuberositas intak dan dislokasi anteromedial
 - (2) 11-B3.2 dengan fraktur greater tuberositas dan dislokasi anteromedial
 - (3) 11-B3.3 fraktur lesser tuberositas dan dislokasi posterior
- h) 11-C1 Fraktur *articular* dengan slight *displace*
 - (1) 11-C1.1 Fraktur cephalotubular dengan malalignment valgus
 - (2) 11-C1.2 Fraktur cephalotubular dengan malalignment varus
 - (3) 11-C1.3 leher anatomi
- i) 11-C2 Fraktur *articular, impacted* dengan *marked displace*

- (1) 11-C2.1 Fraktur cephalotuberular dengan malalignment valgus
 - (2) 11-C2.2 Fraktur *cephalotuberular* dengan malalignment varus
 - (3) 11-C2.3 *Transcephalic* (citra profil ganda pada x-ray) dan tuberkulosis, dengan varus malalignment
 - j) 11-C3 Fraktur artikular dengan dislokasi glenohumeral
 - (1) 11-C3.1 *Anatomical neck*
 - (2) 11-C3.2 *Anatomical neck* dan tuberositas
 - (3) 11-C3.3 Fragmentasi *cephalotubular*
 - (4) 11-C3.4 Impaksi *humeral head*
- 2) Klasifikasi shaft humerus
- Terbuka dengan tertutup
- a) Lokasi: sepertiga proksimal, sepertiga *middle*, sepertiga distal.
 - b) Derajat: *nondisplace*, *displace*.
 - c) Karakter dan arah fraktur: *transverse*, *oblique*, *spiral*, *segmental*, *comminuted*
 - d) Kondisi intrinsik dari tulang
 - e) Keterlibatan sendi
- Klasifikasi AO
- a) 12-A1 Fraktur sederhana, spiral
 - b) 12-A2 Fraktur sederhana, *oblique* (>30°)
 - (1) sepertiga proksimal (12-A2.1).
 - (2) sepertiga distal (12-A2.3).
 - (3) sepertiga tengah (12-A2.2).
 - c) 12-A3 Fraktur sederhana, transversal (<30°)
 - d) 12-B1 Fraktur *spiral wedge*
 - e) 12-B2 Fraktur *bending wedge*
 - f) 12-B3 Fraktur *fragmented wedge*
 - g) 12-C1 Fraktur spiral kompleks
 - h) 12-C2 Fraktur segmental kompleks
 - i) 12-C3 Fraktur *irreguler* kompleks
- 3) Distal humerus
- a) Fraktur *supracondylar*
 - (1) Tipe ekstensi
 - (2) Tipe fleksi

- b) Fraktur *transcondylar*
- c) Fraktur *intercondylar*
- d) Fraktur *Condylar*
- e) Fraktur *Capitellum*
- f) Fraktur *Trochlea*
- g) Fraktur *epicondylar* lateral
- h) Fraktur *epicondylar* medial
- i) Fraktur *prosesus supracondylar*

Klasifikasi AO

- a) 13-A1 Fraktur extraartikular dari distal humerus, dengan *apophyseal* avulsi
 - (1) 13-A1.1 Lateral *epicondyle*
 - (2) 13-A1.2 Medial *epicondyle*
 - (3) 13-A1.3 Medial *epicondyle*, inkarserata.
- b) 13-A2 Fraktur extraartikular distal humerus, metaphysis sederhana
 - (1) 13-A2.1/2 oblik *downwards*
 - (2) 13-A2.3 Transversal
- c) 13-A3 fraktur *extraartikular of the distal humerus, metaphysis multifragmen*
 - (1) 13-A3.1/2 Fraktur *wedge*
 - (2) 13-A3.3 Fraktur kompleks metaphysis
- d) 13-B1 Fraktur Parsial artikular, lateral sagital
 - (1) 13-B1.1 *Capitellar*.
 - (2) 13-B1.2 Sederhana *transtrochlear*.
 - (3) 13-B1.3 *Transtrochlear multifragmen*.
- e) 13-B2 Fraktur Parsial artikular, medial sagital
 - (1) 13-B2.1 *Transtrochlear* sederhana, melalui sisi medial.
 - (2) 13-B2.2 *Transtrochlear* sederhana, melalui groove.
 - (3) 13-B2.3 *Transtrochlear multifragmen*.
- f) 13-B3 Fraktur parsial artikular, *frontal*
 - (1) 13-B3.1 *Capitellum*.
 - (2) 13-B3.2 *Trochlea*.
 - (3) 13-B3.3 *Capitellum and trochlea*.
- g) 13-C1 Fraktur kompli artikular, artikular sederhana, metaphysis sederhana.

h) 13-C2 Fraktur Komplit artikular, artikular sederhana, metaphysis multifragmen.

i) 13-C3 Fraktur Komplit artikular, multifragmen.

e. Tata laksana

Proximal humerus

1) Non Operatif

Arm Sling

Impaksi atau *displace* tuberositas yang tidak buruk; Pasien lanjut usia merupakan indikasi dari pemasangan, sudut ccd kurang dari 160° , *displace greater tuberosity* <1 cm, fraktur stabil, resiko operasi lebih besar daripada manfaatnya. Keuntungan dari *arm sling* tidak adanya risiko operasi serta risiko anestesi. Kekurangannya adalah harus menerima fraktur *alignment*, penggunaan awal dapat terjadi *displace*, risiko hasil fungsional yang lebih buruk.

2) Operatif

a) *Locking plate*

Fraktur *displace* dua, tiga, dan empat bagian proximal humerus yang signifikan yang dapat direduksi tertutup. Ahli bedah yang berpengalaman dan sumber daya bedah dan pencitraan khusus. Indikasi pendukungnya bila fraktur perlu lebih stabil dan/atau mobilisasi lebih awal dan Rencana kedepannya untuk reduksi dan fiksasi tuberositas. Keuntungan yang dapat diperoleh adalah kemungkinan menstabilkan fraktur tanpa eksposur yang luas. Kekurangannya dapat terjadi resiko kerusakan saraf aksila, paparan mungkin tidak cukup untuk reduksi dan fiksasi komponen fraktur dan harus secara *skill* menguasai apa yang akan dilakukan.

b) *Intra medullary nail*

Indikasi menggunakan *intra medullary nail* adalah fraktur *displace* dua bagian dan tiga bagian. Fraktur yang dapat direduksi tertutup, ketidakstabilan komponen metafisis, rencana kerja untuk reduksi dan fiksasi tuberositas, deformitas yang tidak dapat diterima, perlu lebih stabil dan/atau mobilisasi lebih awal dan memiliki pola yang sesuai untuk fiksasi *nail*. Diperlukan ahli bedah

yang berpengalaman dan ahli sumber daya bedah serta pencitraan khusus. Keuntungan yang diperoleh yaitu kerusakan jaringan lunak minimal. Mobilisasi lebih awal, dan reduksi komponen fraktur metafisis dibantu oleh nail itu sendiri. Kekurangannya adalah kurang cocok untuk *displace* tuberositas, tidak ada paparan untuk reduksi, resiko kerusakan pada saraf aksilaris, dan dapat timbul cedera pada *rotator cuff*.

Rekomendasi :

Dalam literatur yang ada, bukti menunjukkan bahwa *locking plate* dan *intra medullary nail* menjadi pilihan untuk perawatan fraktur proksimal humerus. (I-A)

c) *Hemiarthroplasty*

Indikasinya adalah ketidakmampuan merekonstruksi fraktur; risiko bedah yang dapat diterima ahli bedah yang berpengalaman, kualitas tulang yang buruk, iskemia humeral head pada pasien lansia, gagal intraoperatif osteosintesis dan pencitraan khusus. *Hemiarthroplasty* membutuhkan *cuff rotator* yang dapat diperbaiki. Keuntungan yang didapat adalah menyediakan pengganti *humeral head* yang tidak dapat direkonstruksi, bila terjadi kegagalan fiksasi dan/atau *avascular necrosis* (AVN) sangat mungkin terjadi, dan artroplasti primer dapat menghindari operasi kedua. Kekurangannya adalah reseksi humeral head, kemungkinan kegagalan perbaikan tuberositas, kemungkinan nyeri dan/atau fungsi bahu yang buruk,

Rekomendasi :

Dibandingkan dengan *hemiarthroplasty*, pasien yang ditata laksana dengan *locking plate* mendapatkan fungsional outcome yang lebih baik tetapi secara teknik dikritik dalam meminimalisir kegagalan implan, nekrosis avaskular dan reoperasi. (II-B)

Shaft Humerus

1) Nonoperatif

Brace

Tiga puluh tiga sampai 90% fraktur *shaft* humerus dilaporkan dirawat secara konservatif dengan pemasangan

fungsiional *brace* menjadi pilihan perawatan non operatif yang paling umum untuk sebagian besar fraktur. *Fungsional bracing* telah diterima secara luas sebagai standar emas untuk mengobati fraktur humerus. Fraktur *shaft* humerus bila ditata laksanakan dengan penggunaan *brace* rata-rata 10 minggu dengan *union* (94,5%). Indikasi Cedera tertutup, *minimal displace*, pasien kooperatif, kemampuan bedah dasar.

Indikasinya adalah fraktur tertutup dan *alignment* yang masih dapat diterima. Kontraindikasi dari *brace* adalah pasien politrauma, fraktur terbuka, fraktur ipsilateral tambahan, pasien tidak bisa duduk atau berdiri, *displace* yang tidak dapat dikurangi, obesitas, cedera saraf yang terjadi selama pengobatan tertutup. Keuntungan yang diperoleh yaitu tidak invasif, tingkat penyembuhan 90%, murah dalam hal biaya dan operasi yang tertunda selalu memungkinkan. Kekurangannya adalah memerlukan kepatuhan pasien, observasi ketat diperlukan, ketidaknyamanan, fraktur dapat melebihi batas yang dapat ditoleransi serta iritasi kulit yang mungkin terjadi.

Rekomendasi:

Fungsiional brace adalah salah satu pilihan perawatan untuk fraktur *shaft humerus* karena dapat diterapkan pada hari pertama fraktur di sebagian besar situasi. (I-A)

2) Operatif

Indikasi untuk pengobatan operatif meliputi fraktur terbuka, fraktur patologis, politrauma, fraktur dengan saraf radial atau cedera vaskular, dan gagal dalam perawatan non-bedah yang menyebabkan *delayed* atau *nonunion*.^{84,85} *Intra medullary nail* (IMN) adalah teknik minimal invasif yang menghindari masalah yang dihadapi ORIF dengan *plate and screw*, dengan sedikit gangguan pada suplai darah dari lokasi fraktur selama operasi. Namun, fiksasi IMN telah terbukti menyebabkan risiko komplikasi bahu lebih tinggi dari pada *plate* seperti impigment bahu.

a) *Plate and screw*

Fiksasi reduksi terbuka tetap menjadi andalan manajemen operasi untuk fraktur *shaft humerus* dan

merupakan pilihan. Teknik fiksasi meliputi *plate* kompresi standar langsung dengan atau tanpa fiksasi lag *screw*, strategi *bridge plating* untuk segmen kominutif, dan teknik *locking* dan *hybrid locking*, yang telah semakin banyak digunakan dalam kominutif atau tulang *osteopenic*.

Indikasi fraktur terbuka, reduksi yang tidak dapat diterima, kegagalan penyembuhan fraktur, cedera vaskular, kelumpuhan saraf radial (jika eksplorasi saraf relatif terhadap fraktur ditunjukkan), cedera pleksus brakialis Ipsilateral, obesitas atau payudara besar, kebutuhan untuk bearing beban awal, fraktur patologis, banyak luka, hilangnya reduksi, cedera lain dari lengan (misalnya *elbow floating*, cedera tangan atau pergelangan tangan), fraktur humerus bilateral. Kontra-indikasinya adalah pasien tidak dalam keadaan baik untuk operasi, ekstrim osteoporosis, infeksi aktif, dan pasien tidak patuh.

Keuntungannya adalah reduksi lebih akurat daripada metode tertutup, kestabilan segera menyebabkan berkurangnya rasa sakit, peningkatan perawatan untuk luka jaringan lunak, peningkatan mobilisasi pasien politrauma, dan awal restorasi fungsi. Kekurangannya adalah Insisi yang lebih besar, resiko cedera saraf, resiko kegagalan fiksasi, kebutuhan untuk anestesi, risiko infeksi.

b) *Intra Medullary Nail*

Intra medullary nail secara teori menguntungkan untuk plating dari perspektif biomekanik dan secara pembedahan. Indikasinya adalah kanal meduler yang adekuat, fraktur diaphysis tidak terlalu proksimal, fraktur patologis. Ahli bedah yang sangat berpengalaman, peralatan, dan pencitraan lengkap. Implan yang digunakan untuk fiksasi intra medulla yaitu *flexible nails* dan kabel Kirschner sampai pada tren sekarang *rigid locking nail*.

Kontraindikasinya adalah saluran *medullary* terhalang, terlalu sempit, atau terlalu pendek, jalur pin yang terinfeksi, kontaminasi kotor, kelainan bahu, kelumpuhan saraf radial (saraf mungkin terjadi antara fragmen fraktur), keterlibatan artikular, fraktur yang tidak dapat direduksi,

pasien tidak dalam keadaan baik untuk operasi, ektrim osteoporosis, dan infeksi aktif

Keuntungannya adalah kestabilan segera menyebabkan berkurangnya rasa sakit, peningkatan perawatan untuk luka jaringan lunak, peningkatan mobilisasi pasien politrauma, restorasi fungsi lebih awal. Kekurangannya dapat terjadi sakit dan kaku bahu, perlu intensifikasi gambar, resiko cedera saraf radial, resiko mengalami malnutrisi, resiko infeksi, resiko kegagalan fiksasi, dan kebutuhan untuk anestesi.

Rekomendasi:

Berdasarkan bukti saat ini, baik *plate* dan *nail* dapat mencapai efek tata laksana yang serupa pada fraktur *shaft humerus*, tapi menggunakan *plate* dapat mengurangi terjadinya masalah pada bahu.⁸⁸ (II-B)

Distal humerus

1) Non operatif

Tata laksana non operatif menggunakan sling dengan indikasi minimal *displace* atau tidak ada *displace*, pasien tidak dalam keadaan baik untuk operasi, tidak ada cedera saraf atau pembuluh darah resiko bedah yang tidak dapat diterima. Kontraindikasinya adalah bila pasien tidak patuh, fraktur *displace*, dan saraf terjepit. Keuntungan tidak ada jaringan parut serta tidak ada risiko operasi. Kekurangan tata laksana non operatif adalah risiko *displace* sekunder, imobilisasi, kekakuan selanjutnya dari sendi, dan ketidaknyamanan pasien.

2) Operatif

a) *Plate and screw*

Indikasinya adalah Sebagian besar fraktur *displace* dari distal humerus dan keterlibatan cedera saraf atau pembuluh darah. Cedera lain pada lengan (misal *floating elbow*, tangan yang terkait atau cedera pergelangan tangan), fraktur terbuka dan patologis. Kontra-indikasinya adalah usia, Resiko bedah yang tidak dapat diterima, Pasien tidak patuh, Osteoporosis Ektrim. Keuntungannya adalah saraf

dapat terlindungi, terapi post tata laksana lebih awal, mengurangi resiko kekakuan sendi, reduksi lebih akurat, serta stabilitas segera. Kekurangan dapat terjadi risiko infeksi, kebutuhan untuk anestesi, biaya, dan seringkali terjadi sensitivitas parut.

b) *Total elbow arthroplasty (TEA)*

Artroplasti siku total memiliki indikasi untuk pasien fraktur humerus distal yang kominutif , tidak dapat direkonstruksi serta faktor usia.

Rekomendasi:

TEA dan ORIF untuk pengobatan fraktur humerus distal khususnya geriatri menghasilkan skor fungsional dan ROM yang hampir sama.⁸⁹ (I-A)

4. *Forearm*

a. Epidemiologi

Fraktur proksimal *forearm* terjadi di tiga lokasi: olekranon, *radial head*, dan proksimal ulna. Fraktur Olekranon jarang terjadi pada anak-anak, terhitung hanya 5-7% dari semua patah tulang siku, namun merupakan salah satu fraktur siku yang paling umum terlihat pada orang dewasa. Mekanisme cedera biasanya hiperekstensi, hiperfeksi, pukulan langsung ke tertekuk. Siku, atau gaya geser.

Fraktur pada kepala radial biasanya diakibatkan oleh jatuh pada lengan yang terulur, dan terjadi bersamaan dengan luka lain di sekitar siku sekitar 50% dari waktu. Patah tulang ke kepala radial jarang terjadi pada anak-anak, karena terdiri dari tulang rawan, tapi terhitung sekitar 20% fraktur siku pada orang dewasa.

Meskipun terjadi fraktur lengan bawah yang jarang terjadi, fraktur ulna yang sering terjadi adalah fraktur Monteggia, yang melibatkan sepertiga ulkus proksimal dengan dislokasi kepala radial. Fraktur ini penting secara klinis karena kepala radial berada di dekat keduanya. Saraf radial dan median, berpotensi menyebabkan kelumpuhan saraf saat kepala radial dislokasi.

Fraktur lengan bawah lebih sering terjadi pada pria daripada pada wanita, untuk kejadian yang lebih tinggi pada laki laki adalah dari kecelakaan kendaraan bermotor, pertengkaran, dan jatuh dari

ketinggian. Rasio fraktur terbuka terhadap fraktur tertutup lebih tinggi untuk lengan bawah dibanding daerah anatomi lainnya kecuali tibia.

Fraktur distal radius mencakup hampir 17% dari semua fraktur yang terjadi pada orang dewasa. Mereka paling sering terjadi dalam dua kelompok berikut: 1) individu lanjut usia dengan tulang osteoporosis yang mempertahankan fraktur ini dari trauma energi rendah, dan 2) orang dewasa muda dengan tulang sehat normal yang memiliki trauma energi tinggi. Penyebab paling umum fraktur radius distal adalah dari terjatuh ke tangan yang terulur. Fraktur radius distal paling sering terjadi pada wanita pascamenopause yang lebih tua, dan empat kali lebih sering pada wanita daripada pada pria, dan paling sering berusia antara 60-69 tahun.

b. Klinis

1) Proksimal *forearm*

Pasien biasanya melindungi ekstremitas atas yang terluka, yang menunjukkan ketidakstabilan dan pembengkakan.

- a) Pemeriksaan neurovaskular yang hati-hati sangat penting dan seharusnya dilakukan sebelum radiografi atau manipulasi.
- b) Mengikuti manipulasi atau reduksi, ulangi pemeriksaan neurovaskular harus dilakukan untuk menilai status neurovaskular.
- c) Pemeriksaan neurovaskular serial harus dilakukan saat ada pembengkakan antecubital atau pasien beresiko sindrom kompartemen.
- d) Angiografi mungkin diperlukan untuk mengevaluasi vaskular. Setelah direduksi, jika aliran arteri tidak terbentuk kembali dan tangan tetap kurang sempurna, pasien harus siap untuk rekonstruksi arteri dengan vena saphena grafting. Angiografi harus dilakukan di ruang operasi dan jangan pernah menunda intervensi operasi saat keterlibatan vaskular terjadi. Pulsasi radial dapat terjadi dengan keterlibatan arteri brakialis sebagai akibat dari sirkulasi kolateral.

Tidak adanya denyut radial sedangkan tangan terlihat hangat, perfusi baik pada tangan dapat terjadi karena spasme arterial.

2) Shaft *forearm*

Pasien terlihat dengan deformitas pada lengan bawah yang terlibat, nyeri, bengkak, dan kehilangan fungsi tangan dan lengan bawah. Pemeriksaan neurovaskular yang hati-hati sangat penting, dengan penilaian pulsasi radial dan ulnar, serta fungsi saraf median, radial, dan ulnar.

Rasa sakit yang luar biasa, terus menerus, kompartemen lengan bawah yang tegang, atau rasa sakit pada peregangan jari yang pasif harus mencurigai kemungkinan terjadinya sindrom kompartemen. Pemantauan tekanan kompartemen harus dilakukan, dengan fasciotomi perlu dilakukan bila terdiagnosa sindroma kompartemen.

3) Distal *forearm*

Pasien terlihat dengan deformitas pergelangan tangan dan *displace* dari tangan dalam kaitannya dengan pergelangan tangan (dorsal di *Colles* atau fraktur dorsal *Barton* dan *volar* pada fraktur tipe *Smith*). Pergelangan tangan biasanya bengkak dengan *ecchymosis*, nyeri tekan, dan nyeri ROM.

- a) Siku dan bahu ipsilateral harus diperiksa terkait cedera.
- b) Penilaian neurovaskular hati-hati harus dilakukan, dengan yang khusus perhatian terhadap fungsi saraf median. Gejala umum kompresi karpal tunnel terjadi (13% sampai 23%) karena daya tarik selama hiperekstensi pergelangan tangan, trauma langsung dari fragmen fraktur, Pembentukan hematoma, atau peningkatan tekanan kompartemen.

c. Radiografi

1) Proksimal *forearm*

Olecranon

Radiografi anteroposterior dan lateral standar siku harus dilakukan. Radiografi lateral yang sangat penting, karena ini akan menunjukkan tingkat fraktur, tingkat kominutif, Tingkat keterlibatan permukaan artikular, dan *displace* dari Kepala radial, jika ada. *Anteroposterior view* harus dievaluasi untuk menyingkirkan fraktur atau dislokasi.

Radial head

Standar anteroposterior (AP) dan radiograf lateral dari siku harus dilakukan, dengan *oblique view* (*Greenspan view*) untuk dapat melihat fraktur atau dalam kasus dimana fraktur dicurigai namun tidak terlihat pada tampilan AP dan lateral.

- a) *Greenspan view* diambil dengan *forearm* dalam rotasi netral dan Sinar radiografi miring 45 derajat cephalad; Tampilan ini menyediakan Visualisasi artikulasi radiocapitellar.
- b) Fraktur *nondisplace* mungkin tidak mudah dikenali, tapi mereka Mungkin disarankan oleh “*sign pad*” positif (posterior lebih sensitif dari anterior) pada radiografi lateral, terutama jika secara klinis mendukung.
- c) Keluhan nyeri lengan bawah atau pergelangan tangan harus dinilai evaluasi radiografi yang tepat
- d) *Computed tomography* siku dapat digunakan lebih jauh untuk melihat fraktur perencanaan pra operasi, terutama pada kasus Kominusi atau *displace* dari fragmen.

2) Shaft *forearm*

- a) Anteroposterior (AP) dan lateral lengan bawah harus dilakukan, dan posisi oblik yang perlu untuk melihat fraktur lebih lanjut.
- b) Evaluasi radiografi harus mencakup pergelangan tangan ipsilateral dan siku untuk menyingkirkan adanya rekahan atau dislokasi yang terkait.
- c) Kepala radius harus segaris dengan capitellum pada semua view.

3) Distal *forearm*

Posteroanterior dan *lateral view* dari pergelangan tangan harus diperoleh, dengan pandangan oblik untuk fraktur lebih lanjut, jika perlu. Gejala bahu atau siku harus dievaluasi secara radiografi.

- a) *Contralateral view* dari pergelangan tangan dapat membantu menilai normal pasien, variasi ulnar dan sudut *scapholunate*.
- b) *Computed tomography scan* dapat membantu untuk menunjukkan sejauh mana keterlibatan intra-artikular.

- c) Hubungan radiografi normal:
Radial inclination: rata-rata 23 derajat (kisaran, 13 sampai 30 derajat)
Panjang radial: rata-rata 11 mm (kisaran, 8 sampai 18 mm)
Palmar tilt (volar): rata-rata 11 sampai 12 derajat (kisaran, 0 sampai 28 derajat)

d. Klasifikasi

Proksimal *forearm*

1) Mason

Tipe I : Fraktur *nondisplace*

Tipe II : Fraktur marjinal dengan *displace* (impaksi, *depression*, angulasi)

Tipe III: Fraktur kominering yang melibatkan seluruh *radial head*

Tipe IV: Terkait dengan dislokasi siku (Johnston)

2) Olecranon

Klasifikasi Mayo (Gambar 19.1)

Ini membedakan tiga faktor yang memiliki pengaruh langsung terhadap tata laksana: (1) perpindahan fraktur, (2) kominusi, dan (3) ulnohumeral stabilitas.

a) Fraktur tipe I tidak nampak atau minimal tergesur dan terjadi *Subclassified* sebagai noncomminuted (tipe 1A) atau comminuted (Tipe 1B). Tata laksananya *nonoperative*.

b) Fraktur tipe II memiliki perpindahan fragmen proksimal tanpa ketidakstabilan siku; Fraktur ini membutuhkan operasi. Fraktur tipe IIA, yang tidak *communitif*, dapat dilakukan *tension band wiring*. Fraktur tipe IIB saling terkait dan mungkin memerlukan plate fixation.

c) Fraktur tipe III menunjukkan ketidakstabilan sendi ulnohumeral dan memerlukan perawatan bedah

3) Schatzker (Berdasarkan Pola Fraktur)

a) Transversal: Hal ini terjadi pada apex dari *sigmoid notch* dan mewakili sebuah fraktur avulsi tiba-tiba, akibat tarikan dari Trisep dan brachialis, dan jarang terjadi akibat trauma langsung

b) *Impacted Transverse*: Gaya langsung menyebabkan kominutif dan depresi permukaan artikular.

- c) *Oblique*: Ini akibat cedera hiperekstensi; Itu dimulai pada titik tengah *sigmoid notch* dan berjalan secara distal.
- d) Fraktur kominutif dengan cedera yang terkait: terjadi akibat trauma energi tinggi; fraktur prosesus koronoid yang dapat menyebabkan ketidakstabilan.
- e) *Oblique-distal*: Fraktur sampai ke distal koronoid dan mungkin mengganggu stabilitas siku.
- f) *Fraktur-dislokasi*: Biasanya berhubungan dengan trauma berat.

Klasifikasi AO

- 1) 21-A1 Fraktur Extraartikular dari ulna
 - a) Avulsi 21-A1.1 dari insersi trisep
 - b) 21-A1.2 Fraktur metafisis sederhana
 - c) 3. 21-A1.3 Fraktur metaphysis multifragmen
- 2) 21-A2 Fraktur Extraartikular dari radius
 - a) 21-A2.1 Avulsi tuberositas bicipital
 - b) 21-A2.2 Fraktur leher radial sederhana
 - c) 21-A2.3 Fraktur leher radial multifragmen
- 3) 21-A3 Extraartikular fraktur kedua tulang
 - a) 21-A3.1 Fraktur sederhana dari kedua tulang
 - b) 21-A3.2 Multifragmen satu tulang, sederhana yang lain
 - c) 21-A3.3 Fraktur multifragmen dari kedua tulang
- 4) 21-B1 Fraktur Artikular ulna
 - a) 21-B1.1 Fraktur unifokal (olekranon atau koronoid)
 - b) 21-B1.2 Fraktur artikular bifokal yang sederhana
 - c) 21-B1.3 Multifragmen, fraktur bifokal
- 5) 21-B2 Fraktur Artikular radius
 - a) 21-B2.1 Fraktur radial head sederhana
 - b) 21-B2.2 Fraktur radial head multifragmen
 - c) 21-B2.3 Multifragmen dengan depresi sendi
- 6) 21-B3 fraktur Artikular dari satu tulang, lainnya extraartikular
 - a) 21-B3.1 Ulkus artikular sederhana, radius ekstraartikular
 - b) 21-B3.2 Radius artikular sederhana, ulna ekstraartikular
 - c) 21-B3.3 Multikragmentasi artikular satu tulang, ekstraartikular dari yang lain
- 7) 21-C1 fraktur Sederhana artikular dari kedua tulang
 - a) 21-C1.1 olekranon artikular sederhana dan radial head

- b) 21-C1.2 Proses koronoid sederhana dan radial head
- 8) 21-C2 Artikular fraktur dari kedua tulang, hanya satu multifragmen
 - a) 21-C2.1 Olekranon multifragmen, radial head sederhana
 - b) 21-C2.2 Olekranon sederhana, radial head multifragmen
 - c) 21-C2.3 Koronoid sederhana, radial head multifragmen
- 9) 21-C3 fraktur Multifragmen artikular dari kedua tulang
 - a) 21-C3.1 Tiga fragmen dari setiap tulang
 - b) Ular 21-C3.2 lebih dari 3 fragmen
 - c) Radial 21-C3.3 lebih dari 3 fragmen

Shaft Forearm

- 1) Fraktur stabil
- 2) Fraktur tidak stabil

Adalah mereka yang memiliki *displace* lebih dari 50%, angulasi lebih dari 10°, melibatkan sepertiga proksimal, atau memiliki instabilitas yang terkait di PRUJ atau sendi radioulnar distal (DRUJ).

Deskriptif

- 1) Tertutup versus terbuka
- 2) Lokasi
- 3) Kominusi, segmental, multifragmen
- 4) *Displace*
- 5) Angulasi
- 6) *Rotational Alignment*

Klasifikasi AO

- 1) 22-A1 Fraktur Sederhana dari ulna, radius intak
 - a) 22-A1.1 Oblik
 - b) 22-A1.2 Transversal
 - c) 22-A1.3 dengan dislokasi dari radial head (Monteggia)
- 2) 22-A2 Fraktur sederhana dari radius, ulna intak
 - a) 22-A2.1 Fraktur Oblik radial
 - b) 22-A2.2 Transversal
 - c) 22-A2.3 dengan dislokasi distal sendi radioulnar (Galeazzi)
- 3) 22-A3 Fraktur Sederhana kedua tulang
 - a) 22-A3.1 Radius, sepertiga proksimal
 - b) 22-A3.2 Radius, sepertiga middle
 - c) 22-A3.3 Radius, sepertiga distal

- 4) 22-B1 Fraktur Wedge dari ulna, radius intak
- 5) 22-B2 Fraktur Wedge dari radius, ulna intak
- 6) 22-B3 fraktur wedge dari satu tulang, dengan fraktur lainnya sederhana atau wedge
 - a) 22-B3.1 Fraktur sederhana dan Ulnar wedge dari radius
 - b) 22-B3.2 Fraktur sederhana dan Radial wedge dari ulna
 - c) 22-B3.3 Radial and ulnar wedge
- 7) 22-C1 Fraktur kompleks dari ulna
 - a) 22-C1.1 Bifokal, radius intak
 - b) 22-C1.2 Bifokal, fraktur radius
 - c) 22-C1.3 Irreguler
- 8) 22-C2 Fraktur kompleks dari radius
- 9) 22-C3 Fraktur kompleks kedua tulang
 1. 22-C3.1 Bifokal
 2. 22-C3.2 Bifokal dari satu tulang, lainnya irreguler
 3. 22-C3.3 Irreguler

Distal *Forearm*

1) Fraktur Pergelangan Tangan

Fraktur pergelangan tangan adalah tipe fraktur yang paling umum terjadi pada wanita usia kurang dari 75 tahun. Adanya riwayat fraktur pergelangan tangan menyebabkan wanita post-menopause memiliki risiko dua kali lipat mengalami fraktur osteoporotik di kemudian hari dan risiko tiga kali lipat mengalami fraktur pergelangan tangan yang kedua. Fraktur ini meningkat jumlahnya pada wanita setelah menopause walaupun secara relatif juga sering terjadi pada wanita aktif yang sehat tetapi fraktur ini dapat menjadi tanda adanya masalah pada massa tulang yang rendah.

Target utama tata laksana pada fraktur ini adalah bebas nyeri dan mengembalikan fungsi pergelangan tangan dan tangan. *Cast* awal biasanya tidak mencapai di atas siku. Selama periode imobilisasi, biasanya 6-8 minggu, kekuatan dan fleksibilitas ekstremitas atas harus dijaga. Latihan lingkup gerak sendi aktif dan pasif harus diberikan untuk jari-jari tangan dengan monitor ketat terhadap adanya gejala penjepitan saraf (*carpal tunnel syndrome*) akibat sekunder dari penjepitan oleh *cast* dengan edema pasca fraktur. Latihan ini harus terus

dilanjutkan setelah *cast* dilepas dengan ditambahkan latihan lingkup gerak sendi pergelangan tangan, lengan bawah, dan siku. Pada saat ini, *splint* pergelangan tangan dapat diberikan sebagai penopang dan pelindung pergelangan tangan. Akibat dari fraktur pergelangan tangan, terutama sisi dominan, pasien mungkin membutuhkan bantuan dalam melakukan aktivitas kehidupan sehari-hari seperti berpakaian, menyisir rambut, dan menyikat gigi. Pencapaian fungsi gerak bebas nyeri setelah fraktur tulang radius bagian distal maksimal pada 6 bulan pertama setelah fraktur terjadi dengan penambahan fungsi yang terus berkurang pada 6 bulan berikutnya. Namun, terkadang walaupun fraktur telah mengalami kesembuhan, tetapi nyeri mungkin masih menetap karena cedera ligamen atau cedera *triangular fibrocartilage complex (TFCC)* yang sering terjadi dan kadang terlewatkan saat memberikan tata laksana awal fraktur pergelangan tangan.

Deskriptif

- a) Terbuka versus tertutup
- b) *Displace*
- c) Angulasi
- d) Kominutif
- e) Kehilangan panjang radial

Klasifikasi Fernandez

Ini adalah sistem klasifikasi berbasis mekanisme.

Tipe I : Fraktur Metaphysis bengkok dengan kehilangan palmar tilt dan pemendekan radial relatif terhadap Ulna (cedera DRUJ).

Tipe II : Fraktur geser yang membutuhkan reduksi dan buttressing dari segmen artikular

Tipe III : Kompresi permukaan artikular tanpa karakteristik fragmentasi; Juga potensi yang signifikan Cedera lesi interoseus

Tipe IV : Fraktur Avulsi atau dislokasi fraktur radiokarpal

Tipe V : Cedera gabungan dengan keterlibatan jaringan lunak yang signifikan karena cedera berenergi tinggi

Eponim

Colles fraktur

- 1) Uraian aslinya adalah untuk fraktur ekstra artikular. Penggunaan eponim sekarang mencakup ekstra-artikular dan Fraktur radius distal intra-artikular menunjukkan beragam. Kombinasi angulasi dorsal (apex volar), *displace* dorsal, pergeseran radial, dan pemendekan radial.
- 2) Secara klinis, telah digambarkan sebagai kelainan "*fork dinner*".
- 3) Lebih dari 90% fraktur radius distal ada pada pola ini.
- 4) Mekanisme cedera adalah jatuh hiperekstensi, pergelangan tangan deviasi radial dengan pronasi *forearm*.
- 5) Fraktur intra-artikular umumnya terlihat pada usia muda, cedera secara bersamaan (yaitu: saraf, carpus, dan distal ulna) lebih sering terjadi. Keterlibatan kedua sendi radiocarpal dan DRUJ.

Fraktur Smith (Fraktur terbalik)

- 1) Ini menggambarkan fraktur dengan angulasi volar (puncak dorsal)
- 2) Jari-jari distal dengan deformitas "*garden spade*" atau *displace* dari volar dan radius distal.
- 3) Mekanisme cedera adalah jatuh ke pergelangan tangan tertekuk dengan lengan bawah supinasi.
- 4) Ini adalah pola patah tulang yang tidak stabil, seringkali membutuhkan reduksi terbuka dan fiksasi internal karena kesulitan dalam mempertahankan reduksi tertutup yang memadai

Fraktur Barton

- 1) Ini adalah mekanisme cedera geser yang menghasilkan fraktur atau subluksasi pergelangan tangan di mana dorsal atau ujung volar radius distal digantikan dengan tangan dan tulang pergelangan tangan. Keterlibatan volar lebih sering terjadi.
- 2) Mekanisme cedera adalah jatuh ke pergelangan tangan dorsifleksi lengan bawah tetap pronasi.
- 3) Hampir semua fraktur jenis ini tidak stabil dan perlu dibuka Reduksi dan fiksasi internal dengan *plate buttress* untuk dapat stabil, reduksi anatomis.

Fraktur styloid radial (*fraktur chauffeur's, fraktur backfire, fraktur hutchinson*)

- 1) Ini adalah fraktur avulsi dengan ligamen ekstrinsik yang tersisa melekat pada fragmen styloid.
- 2) Mekanisme cedera adalah kompresi dari skafoid terhadap styloid dengan pergelangan tangan dalam posisi dorsofleksi dan deviasi ulnaris.
- 3) Ini mungkin melibatkan seluruh styloid atau hanya dorsal atau volar
- 4) Hal ini sering dikaitkan dengan cedera ligamen intercarpal (yaitu: disosiasi scapholunate, dislokasi perilunatum).
- 5) reduksi terbuka dan fiksasi internal seringkali diperlukan.

Klasifikasi AO

- 1) 23-A1 Fraktur ulna ekstra artikular dengan radius intak
 - a) 23-A1.1: Fraktur styloid ulna
 - b) 23-A1.2: Fraktur metafisis ulna sederhana
 - c) 23-A1.3: Fraktur metafisis ulna multifragmen
- 2) 23-A2 Fraktur radius extraartikular, sederhana dan impaksi
 - a) 23-A2.1 *without tilt* atau tanpa terangkat.
 - b) 23-A2.2 Dengan dorsal *tilt*
 - c) 23-A2.3 Dengan palmar *tilt*
- 3) 23-A3 Fraktur extraartikular multifragmen pada tulang radius
 - a) A3.1: dipengaruhi dengan pemendekan aksial
 - b) A3.2: membentuk sudut dengan fraktur wedge/baji
 - c) A3.3: pola yang kompleks.
- 4) 23-B1 Fraktur sendi yang parsial pada radius dengan sagittal
 - a) 23-B1.1 Lateral sederhana
 - b) 23-B1.2 Lateral multifragmen
 - c) 23-B1.3 Medial
- 5) 23-B2 fraktur parsial artikular dari radius, dorsal rim
 - a) 23-B2.1 Sederhana
 - b) 23-B2.2 Fraktur dengan garis lateral sagittal
 - c) 23-B2.3 Fraktur dengan dislokasi dorsal dari karpus
- 6) 23-B3 Fraktur palmar rim dari radius (Goyrand-Smith II)
 - a) 23-B3.1 Tunggal dengan fragmen palmar kecil
 - b) 23-B3.2 Fragmen palmar tunggal dan besar
 - c) 23-B3.3 Cedera palmar dengan multifragmen fraktur

- 7) 23-C1 Fraktur komplrit sendi radius, sendi pergelangan tangan sederhana dan metafisis sederhana
- 8) 23-C2 Fraktur komplrit sendi radius, sendi pergelangan tangan sederhana, multifragmen metafisis
 - a) C2.1 terdapat fragmen fraktur dorsoulnar besar atau sagital split dari permukaan artikular antara sisi scaphoid dan lunatum.
 - b) C2.2 fragmen permukaan sendi pecah dan terpisah dalam bidang koronal.
 - c) C2.3 komponen artikular sama seperti pada c2.1 dengan tambahan komunitif metafisis yang ekstensif.
- 9) 23-C3 fraktur komplrit dari sendi radius, multifragmen fraktur dari sendi pergelangan tangan, multifragmen dari metafisis.

e. Tata laksana

Proksimal *Forearm*

1) Non operatif

Casting

Indikasinya adalah fraktur *undisplace* yang melibatkan > 30% kepala radial. Kontraindikasi Fraktur *displace* atau dengan <70% pronasi dan supinasi. Keuntungannya tidak ada risiko bedah (anestesi, infeksi) dan biaya yang rendah. Kekurangannya adalah resiko komplikasi (misalnya, ulkus, kompresi saraf), atrofi otot dan kekakuan sendi.

2) Operatif

Plate and Screw

Indikasinya adalah fraktur pada metaphysis, fraktur oblik sederhana dan fraktur yang membutuhkan *lag screw* di luar *plate*. Kontraindikasinya adalah fraktur multifragmen, dan fraktur transversal sederhana. Keuntungan yang didapat adalah reduksi anatomis, fiksasi stabil, mobilisasi lebih awal. Namun terdapat kekurangan berupa resiko cedera saraf dan *hardware* terkadang menonjol simetris.

Rekomendasi:

Dengan metode meta-analisis bahwa dalam metode tersebut tidak ada perbedaan signifikan dalam DASH, Tingkat pemulihan, ROM, waktu operasi, dan kehilangan darah Antara TBW dan PF. Karena sedikitnya komplikasi, Kami merekomendasikan fiksasi plate. (I-A)

Arthroplasty (Radial head)

Indikasinya adalah pada radial head yang tidak dapat direkonstruksi dan beberapa fraktur leher radial, penggantian prostetik ditunjukkan:

- 1) Bila dikaitkan dengan fraktur koronoid yang tidak stabil.
- 2) Setelah eksisi radial head dengan bukti insufisiensi ligamen collateral medial atau ketidakstabilan ulnohumerus.
- 3) Bila dikaitkan dengan cedera membran interoseus.
- 4) Dengan cedera sendi radioulnar distal akut (cedera Essex-Lopresti).

Kontraindikasinya adalah Fraktur sederhana, dapat direkonstruksi, fraktur multifragmen dan siku stabil. Keuntungan prosedurnya cepat, pemulihan fungsional yang baik, dan siku stabil. Kekurangannya adalah prostesis tidak kencang saat awal, resiko kekakuan siku (prostesis sampai besar) serta risiko siku tidak stabil (prostesis ke kecil).

Rekomendasi:

Reseksi Artroplasti dapat dianggap sebagai pilihan bedah untuk fraktur radial head kominutif. (III C)

Shaft Forearm

- 1) Non operatif

Tata laksana non operatif dapat menggunakan *brace* lengan bawah dan pembalutan. Dengan indikasi fraktur *displace* minimal, atau stabil, fraktur ulnaris terisolasi tanpa keterlibatan dari sendi radio ulnar.

Rekomendasi:

Fraktur dengan *displace* minimal, yaitu fraktur yang dinilai stabil, berhasil ditata laksana dengan pembalutan, dan *brace* fungsional. (I-A)

- 2) Operatif

Untuk tata laksana operatif kasus - kasus fraktur lengan bawah shaft operator dapat menggunakan *Plate Screw* ataupun *intra medullary nail* menyesuaikan dengan tipe fraktur, kemampuan operator dan banyak pertimbangan lainnya. Tetapi kembali ke fasilitas rumah sakit tempat operator bekerja apakah fasilitas tersebut tersedia atau tidak.

Indikasi relatif untuk tata laksana operatif adalah fraktur yang tidak stabil, dengan *delayed union*, *nonunion*, atau *malunion* yang dapat menimbulkan kehilangan rotasi lengan bawah. Pertimbangan khusus diberikan pada fraktur patologis, fraktur periprostetik, dan fraktur terkait dengan sindrom kompartemen.

Fiksasi *Plate and Screw*

Menjadi pilihan untuk fraktur shaft lengan bawah adalah ORIF dengan stabilitas absolut. Hal ini dicapai dengan menggunakan *compressed plate* dengan atau tanpa lag screw.

Prinsip fiksasi *plate* :

- 1) mengembalikan panjang ulna dan radius (mencegah subluksasi sendi radio ulnar proksimal atau distal).
- 2) Mengembalikan rotasi *alignment*.
- 3) Mengembalikan radial *bow* (penting untuk fungsi rotasi lengan bawah)

Rekomendasi:

Fraktur yang *displace* atau tidak stabil harus ditata laksana dengan reduksi terbuka dan fiksasi internal menggunakan *compression plate*. (I-A)

Intra Medullary Nail

Indikasi adanya cedera jaringan lunak yang buruk, ahli bedah yang sangat berpengalaman, fasilitas rumah sakit dan pencitraan lengkap.

Menggunakan *intra medullary nail* adalah pilihan pilihan hanya pada fraktur anak-anak. Peran *intra medullary* yang digunakan pada fraktur *shaft* lengan bawah dewasa masih harus diteliti. Stabilitas putaran panjang merupakan faktor pembatas terhadap penggunaan *nail* pada fraktur shaft lengan bawah. Beberapa pilihan penguncian ada saat ini dan dapat menyebabkan penggunaan fraktur lengan bawah yang lebih luas di masa depan. Sejauh ini, tidak ada bukti kuat yang ada untuk menopang *nail* pada kebanyakan fraktur lengan bawah dewasa. Meskipun stabilitas rotasi dapat dicapai saat ini, risiko malformasi rotasi setelah reduksi tertutup akan berlangsung. Jika ada jaringan lunak yang buruk, pemindaian *intra medullary* mungkin menawarkan beberapa keuntungan. Indikasi relatif fraktur segmental tertentu, fraktur luka

tembak dengan kominutif buruk, refraktur ulna setelah pelepasan pelat, fraktur Patologis. Kontraindikasi penggunaan *intra medullary nail* adalah Fraktur terjadi <3 cm dari ujung tulang proksimal atau distal, diameter kanal <3 mm, cacat lengan bawah yang sudah ada sebelumnya, infeksi aktif

Hasil yang baik telah dilaporkan dengan *intra medullary nail locking fixation*. Namun, indikasi untuk *intra medullary nail over plate and screw* belum didefinisikan secara jelas dan secara teknis Lebih banyak digunakan. Beberapa indikasi yang dilaporkan bersifat fraktur segmental fraktur terbuka dengan kehilangan jaringan tulang atau lunak, fraktur patologis, dan gagal pada fiksasi pelat.

Rekomendasi:

Berdasarkan fungsional dan Hasil berdasarkan radiografi, Nail pada fraktur lengan bawah yang stabil merupakan metode fiksasi yang sama efektifnya dengan plating. Plating tetap menjadi tata laksana pilihan. (III-C)

Distal *Forearm*

1) Non Operatif

Casting

Indikasinya adalah pasien tidak dalam keadaan baik untuk pembedahan, low demand patient, pasien tidak dalam keadaan baik untuk operasi, jaringan lunak yang buruk dan tidak perlu keahlian bedah khusus. Kontraindikasinya adalah bila ditemukan fraktur terbuka dan jika kondisi pasien memungkinkan untuk dilakukan pembedahan. Kekurangannya adalah resiko *redisplacement* dan dislokasi radiocarpal yang berat serta hasil fungsional yang tidak baik.

Rekomendasi:

Long Arm Casting merupakan peralatan yang tepat untuk immobilisasi pada fraktur distal *forearm*. (II-B)

2) Operatif

Tata laksana kasus - kasus fraktur distal *forearm* operator dapat menggunakan *K-wire* ataupun *intra medullary nail* menyesuaikan dengan tipe fraktur, kemampuan operator dan banyak pertimbangan lainnya. Tetapi kembali ke fasilitas RS

tempat operator bekerja apakah fasilitas tersebut tersedia atau tidak.

K-Wire

K-Wire terutama digunakan untuk fraktur ekstra artikular atau fraktur intra-artikular dua bagian. Indikasinya adalah fraktur tidak stabil, kehilangan reduksi, hilangnya reduksi, fraktur *reducible*, *redisplacement* setelah reduksi, *displace* dengan langkah artikular yang signifikan, dan fraktur terbuka. Kontraindikasinya adalah perpanjangan fraktur ke diaphysis, cedera ligamen intercarpal (diastasis skafolitik), osteoporosis, fraktur yang tidak dapat direduksi. Keuntungannya waktu yang lebih singkat dari ORIF, mudah, biaya lebih murah dari ORIF, mudah dilepas, Pemulihan tergantung dari artikular, mengurangi resiko penyakit sendi degeneratif dini. Kekurangan dapat terjadi resiko infeksi pin-track, resiko cedera pada cabang saraf radial dangkal, resiko *redisplacement*, dan membutuhkan perlindungan tambahan oleh pembelatan.

Plate and Screw

Indikasi menggunakan *plate and screw* adalah kegagalan mencoba reduksi tertutup, *redisplacement* setelah reduksi, fraktur yang tidak dapat direduksi, pasien dengan permintaan tinggi, fraktur terbuka, cedera ligamen intercarpal terkait (diastasis skafolitik). Kontraindikasi *plate and screw* dimana pasien tidak dalam keadaan baik untuk operasi, jaringan lunak lokal yang buruk dan terjadi pembengkakan. Keuntungan yang akan didapat fiksasi yang stabil, mobilisasi lebih awal, reduksi anatomis, dan mengurangi resiko penyakit sendi degeneratif dini. Kekurangannya adalah dapat terjadi iritasi tendon, resiko cedera saraf sensorik radial, prosedur lebih kompleks dari *lag screw*, kemungkinan perlu pelepasan implan selanjutnya, dan pengangkatan lebih kompleks dari *lag screw*.

Rekomendasi :

Locking plate menunjukkan nilai *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand* (DASH) yang lebih baik pada 3 dan 12 bulan dibandingkan dengan *K-Wire*. (I-A)

f. Tata laksana Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi pada Pasca Fraktur Tulang Distal Radius

Tata laksana ini diberikan sesuai dengan kondisi yang ada setelah dilakukan evaluasi komprehensif oleh dokter spesialis kedokteran fisik dan rehabilitasi medik. Berikut ini merupakan tahapan-tahapannya :

1) Fase Awal (0-6 minggu)

a) Bagian kritis fase awal rehabilitasi adalah limitasi edema dan kekakuan pada tangan.

(1) Edema dapat dilimitasi/dibatasi dan dikurangi dengan elevasi tangan di atas level jantung, dengan mobilisasi aktif yang sering, dan membungkus jari-jari tangan dan tangan dengan *self-adhesive elastic tapes*, dan mengaplikasikan *compressive stocking* pada tangan dan pergelangan tangan.

(2) Kekakuan dapat dicegah atau dikurangi dengan mengajarkan pasien program latihan lingkup gerak sendi aktif dan pasif yang agresif pada jari-jari tangan.

(3) Penggunaan fiksator eksternal sebagai *splint* untuk melindungi *percutaneous* atau *internal fixation* untuk menghindari penggunaan *restrictive circumferential dressing* pada periode awal pasca operasi.

(4) Fraktur yang stabil dan fraktur dengan fiksasi internal dapat ditopang dengan *removable thermoplastic splint* yang ringan.

b) *Well-padded sugar tong* pada awalnya digunakan untuk fraktur tulang radius bagian distal yang tidak dioperasi. Siku dibebaskan dari alat ini untuk mencegah terjadinya kekakuan pada siku pada minggu ketiga hingga keempat pasca fraktur

c) Bagian kritis lainnya pada fase awal rehabilitasi adalah fungsional tangan.

(1) Tata laksana yang tepat harus sudah cukup stabil untuk memungkinkan penggunaan fungsional tangan untuk aktivitas ringan (beban <2.5 kg).

(2) Saat tangan digunakan untuk membantu aktivitas ringan seperti berpakaian, makan, dan *toileting*, fungsi

tangan akan lebih cepat kembali normal dan faktor risiko terjadinya distrofi berkurang.

- (3) Penggunaan fungsional juga dapat membantu menjaga mobilitas tangan dan mengurangi edema.
- (4) Sebagian besar fraktur stabil untuk gerakan rotasi lengan bawah. Secara khusus, gerakan supinasi sulit kembali setelah fraktur distal radius. Inisiasi latihan gerakan rotasi aktif dan *gentle assisted* pada lengan bawah pada fase awal rehabilitasi dapat mempercepat dan meningkatkan pemulihan gerakan supinasi.
- (5) Beberapa metode tata laksana operasi (misalnya *nonbridging external fixation and plate fixation*) memberikan potensi untuk mengawali gerakan fleksi/ekstensi pergelangan tangan dan deviasi ulnar/radial selama fase awal penyembuhan. Bila fragmen tulang terfiksasi dengan aman, mobilisasi pergelangan tangan dapat dilakukan pada saat jahitan dicabut (10-14 hari pasca operasi)
- (6) *Scar massage* dapat membantu mengurangi adhesi area insisi. Pada beberapa pasien dengan luka parut yang menonjol atau hipertrofik, dapat menggunakan misalnya *Coban wrap* (Gambar 1) untuk membantu meratakan dan menghilangkan luka parut.



Gambar 1. *Coban wrap*

- (7) Gerakan aktif *bahu* dan siku ipsilateral dilakukan untuk mencegah *frozen shoulder* atau *frozen elbow* pasca operasi.
- 2) Fase Tengah (6-8 Minggu)
 - a) Setelah terjadi proses awal penyembuhan tulang yang mengalami fraktur (antara 6 dan 8 minggu pasca cedera

atau operasi), pins dan fiksasi eksternal dilepaskan dan pasien mulai disapih dari penopang eksternal

- b) Pemeriksaan radiografi diperlukan untuk menilai fragmen fraktur yang mungkin masih memerlukan penopang lebih dari 8 minggu.
- c) Latihan *active assisted* mobilisasi pergelangan tangan dan lengan bawah dilakukan untuk memaksimalkan mobilitas lengan. Tidak ada peran manipulasi pasif dalam rehabilitasi fraktur distal radius.
- d) *Dynamic splinting* dapat membantu memperbaiki gerakan. Secara khusus, bila gerakan supinasi lambat kembali, *dynamic supination splint* (Gambar 2) dapat digunakan secara intermiten.



Gambar 2. *Dynamic Supination Splint*

3) Fase Lanjut (8-12 Minggu)

Setelah proses penyembuhan tulang selesai (antara 6 dan 12 minggu pasca cedera atau operasi), latihan penguatan dapat segera dimulai dan latihan lingkup gerak sendi *active assisted* tetap dilanjutkan. Latihan penguatan berupa latihan penguatan yang terpusat termasuk penguatan tiap jari-jari tangan menggunakan *Theraputty*, beban yang kecil, dan berbagai jenis mesin.

g. Tata laksana Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi pada Fraktur Patella Non-Operatif

1) 0-6 Minggu Pasca Fraktur

- a) Kompres es hingga efusi berkurang
- b) Gunakan *straight-leg cylinder cast* selama 2-3 minggu atau *controlled motion brace* dengan lutut dikunci pada level 0 derajat pada pasien yang sangat kooperatif.
- c) *Weight-bearing* menggunakan kruk.

- d) Gunakan *shoe insert* pada tungkai kontralateral untuk membantu *ground clearance* tungkai yang kaku akibat fraktur.
 - e) Mulai latihan otot kuadriseps, hamstring, gluteal dan SLR (*Straight Leg Raise*) pada semua bidang (terlentang dan berdiri) sebelum keluar rawat dari rumah sakit (latihan kuadriseps membantu mengurangi pembentukan adhesi selama proses penyembuhan).
 - f) Latihan rantai terbuka dan tertutup dengan *cast* terpasang terutama untuk penguatan panggul.
 - g) Gantikan *cast* dengan *controlled motion brace* pada minggu kedua dan ketiga.
 - h) Pemberian stimulasi listrik pada otot kuadriseps untuk re-educasi.
 - i) Latihan transisi *weight-bearing* menggunakan kruk ke *weight-bearing* menggunakan *cane*.
 - j) Latihan penguatan dan lingkup gerak sendi pada minggu ketiga hingga keempat (latihan rantai terbuka dan tertutup).
 - k) Mobilisasi patella dengan perlahan; pasien harus mandiri saat melakukan latihan ini.
 - l) Menjelang minggu keenam, mulai latihan sepeda statis dengan dudukan sepeda ditinggikan dan latihan lingkup gerak sendi serta penguatan tanpa beban.
 - m) Latihan isokinetik dimulai dengan kecepatan 60-120 derajat/detik untuk memperkuat otot kuadriseps dan hamstring serta mengurangi beban pada sendi patellofemoral.
- 2) 6-12 Minggu Pasca Fraktur
- a) Mulai latihan rantai tertutup seperti *mini-squats* 40 derajat dan *steps-ups*
 - b) Latihan penguatan otot panggul dapat menggunakan *elastic tapping* dan *mini-squats*
 - c) Mulai latihan *lunges* (biasanya pada minggu kedelapan hingga kesepuluh)
 - d) Gunakan sepeda statis dengan tungkai yang cedera saja yang diberikan beban untuk meningkatkan kekuatan otot tungkai yang cedera.

- e) Oleh karena sebagian besar pasien dengan fraktur patella mengalami kondromalasia, penting untuk mengembalikan kekuatan otot kuadriseps untuk membantu mengurangi beban tubuh pada lutut.
- f) Program latihan harus dapat mengembalikan kekuatan dan fleksibilitas tungkai. Semua latihan harus dalam keadaan bebas nyeri gerak.
- g) Evaluasi seluruh tungkai terutama untuk gerakan pronasi kaki yang berlebihan yang menambahkan *stress* pada lutut dan memunculkan kembali gejala patellofemoral. Gunakan orthosis bila terdapat gerakan pronasi yang berlebihan.

5. Manus

a. Epidemiologi

Fraktur karpal, metakarpal, dan phalanx menyumbang sekitar 15% sampai 19% fraktur pada orang dewasa, dengan 59% fraktur tangan terjadi pada falang, 33% di metakarpal, dan 8% pada tulang karpal. Fraktur skafoid mencakup 60% dari semua fraktur karpal. Tempat fraktur yang paling umum di tangan adalah daerah subkapital tulang metakarpal kelima (Fraktur Boxer's) yang biasanya dihasilkan dari pukulan langsung ke ruas-ruas jari. Sebagian besar fraktur tangan disebabkan oleh kecelakaan yang tidak disengaja atau cedera terkait olahraga lainnya. Fraktur karena jatuh paling sering terjadi pada orang tua sedangkan akibat trauma lebih sering terjadi pada populasi yang lebih muda.

b. Klinis

Riwayat trauma sangat penting karena hal itu dapat mempengaruhi tata laksana, harus mencakup:

- 1) Usia
- 2) Dominasi tangan
- 3) Pekerjaan
- 4) Penyakit sistemik
- 5) Mekanisme cedera: crush, trauma langsung, twist, robek, laserasi, dll.
- 6) Waktu cedera (untuk fraktur terbuka)
- 7) Paparan kontaminasi: barnyard, air payau, hewan / Gigitan manusia

8) Pengobatan yang diberikan: pembersihan, antiseptik, perban, tourniquet

9) Masalah keuangan: kompensasi pekerja

Pemeriksaan fisik meliputi

1) Viabilitas digital (*Capillary Refill Time* (CRT) harus 2 detik).

2) Status neurologis (didokumentasikan dengan diskriminasi dua titik (Normal adalah 6 mm] dan pengujian otot individu).

3) Deformitas rotasi dan angulasi.

4) *Range of Motion* (ROM) (didokumentasikan dengan goniometer). Malrotasi pada satu segmen tulang paling baik ditunjukkan oleh *alignment* dari segmen distal. *Alignment* yang terbaik ditunjukkan saat sendi difleksi sampai 90 derajat dibandingkan dengan *alignment* kuku yang tidak adekuat untuk mengevaluasi rotasi.

c. Radiografi

Postero anterior, lateral, dan oblik dari digiti atau tangan yang terkena.

d. Klasifikasi

Deskriptif

1) Cedera terbuka versus tertutup

2) keterlibatan tulang

3) Lokasi di dalam tulang

4) Pola fraktur: kominutif, oblik, spiral, split vertikal

5) Ada atau tidak adanya *displace*

6) Ada atau tidak adanya deformitas (rotasi dan / atau angulasi)

7) Fraktur ekstra artikular versus intra-artikular

8) Stabil versus tidak stabil

Fraktur Terbuka

Swanson, Szabo, dan Anderson

Tipe I: luka bersih tanpa kontaminasi atau penundaan dalam tata laksana dan tidak ada penyakit sistemik

Tipe II: satu atau beberapa hal berikut:

1) Kontaminasi dengan yang kotor, gigitan manusia atau hewan, Cedera yang terjadi di danau/sungai yang hangat, persawahan, Keterlambatan dalam perawatan 24 jam.

2) Penyakit sistemik yang signifikan, seperti diabetes, hipertensi, rheumatoid arthritis, hepatitis, atau asma.

Tingkat infeksi: Tipe I (1,4%) tipe II (14%)

- 1) Baik fiksasi internal maupun penutupan luka tidak langsung adalah terkait dengan peningkatan risiko infeksi pada luka tipe I. Fiksasi internal tidak terkait dengan peningkatan risiko Infeksi pada luka tipe II.
- 2) Penutup luka primer sesuai untuk cedera tipe I, dengan penutupan tertunda sesuai untuk cedera tipe II.

Klasifikasi AO

1) Distal Phalanx

a) Fraktur Transversal distal phalanx, Fraktur Multifragmen

(1) Fraktur communitif

(2) Klasifikasi fraktur distal phalangeal (after Schneider)

Schneider membagi fraktur distal phalanx menjadi fraktur tuft, fraktur shaft and fraktur artikular.

(3) Fraktur *Intraartikular pediatric after Salter-Harris*

Tipe I: Penggeseran melalui *growth plate*.

Tipe II: Penggeseran melalui hampir semua *growth plate* dengan fraktur *tiny* triangular dari aspek dorsal dari distal phalangeal metaphysis.

Tipe III: Fraktur melewati epiphysis, keluar melalui *growth plate*.

(4) Identifikasi cedera nail-bed

(5) Fraktur Terbuka

b) Cidera Ligamen dan dislokasi

c) Fraktur Avulsi (*Mallet Injury*)

Klasifikasi fraktur avulsi:

(1) Cedera fleksi

(2) Cedera kompresi

(3) Subluksasi fraktur dari DIP sendi, untuk hal ini sangat dianjurkan untuk dilakukan ORIF

(4) Disrupsi parsial

(5) Disrupsi lengkap

(6) Fraktur Dorsal avulsi dan Swan-neck deformity

2) *Middle phalanx*

Fraktur *short* dan *long oblique*

a) *Middle phalanx* – Fraktur simple transversal, Fraktur Obliq / spiral

b) Fraktur *Middle Phalanx Multifragmen*

- c) *Middle* phalanx PIP sendi - *lateral dislocation*
 - (1) pada keterikatannya pada phalanx proksimal
 - (2) pada pelekatannya ke plat volar dan phalanx tengah.
 - d) *Middle* phalanx PIP sendi – Avulsi fragmen kecil dari *volar plate*
 - e) *Middle* phalanx PIP sendi – Fraktur kominusi dan *impacted*
Klasifikasi :
 - (1) Eaton tipe I (hiperekstensi)
 - (2) Eaton tipe II (dislokasi dorsal)
 - (3) Eaton tipe III (dislokasi fraktur)
- 3) Proximal phalanx
- a) Distal artikular obliq
 - b) Fraktur short dan long obliq
 - c) Caveat
 - d) Fraktur dislokasi Unicondylar
 - e) Metaphysis transversal
 - f) Metaphysis obliq
 - g) Metaphysis multifragmen
 - h) Collateral ligamen avulsi
 - i) Fraktur *Vertical shear*
 - j) 10. Fraktur Kompresi / kominutif
- 4) *Thumb*
- a) Fraktur Transversal
 - (1) Fraktur *communitif*
 - (2) Klasifikasi fraktur distal phalangeal (after Schneider)
 - Schneider membagi fraktur distal phalanx menjadi fraktur tuft, fraktur shaft and fraktur artikular.
 - (3) Fraktur Intraartikular *pediatric after Salter-Harris*
 - Tipe I: Penggeseran melalui growth plate.
 - Tipe II: Penggeseran melalui hampir semua *growth plate* dengan fraktur *tiny triangular* dari aspek dorsal dari distal phalangeal metaphysic.
 - Tipe III: Fraktur melewati epiphysis, keluar melalui *growth plate*.
 - (4) Identifikasi cedera nail-bed
 - (5) Fraktur Terbuka

- b) Fraktur Multifragmen
 - (1) Fraktur distal phalanx
 - (2) klasifikasi fraktur distal phalangeal (after Schneider)
Schneider membagi fraktur distal phalanx menjadi fraktur tuft, fraktur shaft and fraktur artikular.
 - (3) fraktur Intraartikular *pediatric after Salter-Harris*
Tipe I: Penggeseran melalui *growth plate*.
Tipe II: Penggeseran melalui hampir semua growth plate dengan fraktur *tiny triangular* dari aspek dorsal dari distal *phalangeal metaphysic*.
Type III: Fraktur melewati epiphysis, keluar melalui *growth plate*.
 - (4) *Crush Injury*
 - (5) Identifikasi cedera *nail-bed*
- 5) Metakarpal
 - a) Fraktur Subkapital
 - b) Fraktur Artikular
 - c) Fraktur Tranversal
 - d) Fraktur Oblik / spiral
 - e) Fraktur Multifragmen
 - f) Fraktur Intraartikular
- 6) Carpal bones
 - a) Fraktur Scaphoid
 - b) Luksasi Perilunar
 - c) Dislokasi *Complete lunatum*
 - d) Fraktur Perilunatum
- e. Tata laksana
 - 1) Non operatif
Fraktur tertutup, fraktur stabil, dan fraktur undisplaced merupakan indikasi dari tata laksana non operatif. Kontra indikasinya adalah fraktur tertutup.
 - 2) Operatif
K-wire adalah pilihan untuk menatalaksanakan tindakan operatif pada pasien dengan fraktur regio tangan dengan keuntungannya adalah kemudahan dalam hal teknis, Lesi jaringan lunak minimal, biaya rendah, ketersediaan universal. Namun, ada beberapa kelemahan yang terkadang bisa

signifikan, seperti fiksasi yang kurang stabil, tidak ada kompresi antarfragmentasi, dapat memisahkan fragmen, mobilisasi tertunda, dan dapat mengiritasi kulit di atasnya.

Rekomendasi :

Fiksasi *Intra medullary* mungkin memiliki peran dalam tata laksana fraktur metakarpal tertentu.

(II-B)

6. Pelvis

a. Pendahuluan

Fraktur pelvis umumnya terjadi karena trauma berenergi tinggi dan lebih banyak pada laki-laki. Pada kelompok usia dewasa muda, penyebab terbanyak adalah kecelakaan lalu lintas, sementara pada orang tua penyebab terbanyak adalah terjatuh. Penatalaksanaan fraktur pelvis bergantung pada konfigurasi fraktur dan kondisi umum pasien, dari terapi non operatif hingga operatif yang rumit.

Risiko yang dihadapi pada fraktur pelvis adalah perdarahan pada rongga pelvis, yang dapat menyebabkan syok hingga kematian, baik kematian segera maupun karena komplikasi pada kasus politrauma yang mengalami sindrom kegagalan fungsi organ berganda. Angka kematian fraktur pelvis mencapai 3%. Pasien dengan fraktur pelvis juga dapat disertai berbagai cedera lainnya, yang mungkin memerlukan penanganan komprehensif lintas bidang keilmuan.

b. Fraktur Panggul

Fraktur panggul merupakan situasi yang darurat. Pada kasus ini, tungkai menjadi rotasi secara eksternal dan memendek. Sulit membedakan apakah fraktur ini intra-kapsular (fraktur leher femur) atau ekstra-kapsular (fraktur *trochanteric*) melalui evaluasi klinis. Oleh karena itu, diperlukan pemeriksaan radiologi untuk dapat membedakan hal tersebut. Hal ini terkait dengan tata laksana dan prognosis pasien. Tindakan bedah adalah pilihan utama untuk fraktur panggul. Namun, pada beberapa kasus yang tidak umum, terapi konservatif dapat diberikan, misalnya pada pasien dengan kondisi kesehatan umum yang kurang bagus atau sangat lemah yang tidak mungkin untuk dilakukan tindakan bedah. Fraktur leher femur dan *intertrochanteric* memiliki frekuensi

kejadian yang sama dan angka kejadian kedua lokasi fraktur tersebut 90% dari kasus fraktur panggul. Fraktur *subtrochanteric* terjadi tepat di bawah *lesser trochanter* dengan angka kejadian 5-10% dari seluruh fraktur panggul. Nyeri di area ini setelah jatuh dapat juga berhubungan dengan *trochanteric bursitis* dan disfungsi sacro-iliac.

Target tata laksana untuk semua pasien fraktur panggul adalah mengembalikan mobilitas pasien ke level maksimum secepat mungkin tanpa rasa nyeri, mengetahui risiko jatuh, dan melakukan skrining dan memberikan tata laksana penyakit tulang yang mendasari dengan tepat. Rehabilitasi terjadi di hari pertama setelah operasi dengan memberikan program ambulasi yang progresif. Perhatian khusus untuk mencegah terjadinya *deep venous thrombosis* dengan medikamentosa anti-koagulan seperti enoxaparin atau coumadin serta mobilisasi dini rutin diberikan. Sebagian besar pasien mulai diberikan latihan berjalan pada hari pertama atau kedua pasca operasi dengan status *weight bearing* menyesuaikan sejawat bedah orthopaedi. Mobilitas hari kedua pasca operasi merupakan prediktor kemandirian signifikan yang tercapai pada minggu kedua. Mobilitas yang mandiri adalah kemampuan berjalan minimal 15 meter dengan *walker* dan transfer dari dan ke tempat tidur secara mandiri. Manfaat dari tata laksana secara multi-disiplin dapat menurunkan angka kejadian komplikasi pasca operasi, meningkatkan ambulasi saat keluar dari rawat inap, dan menurunkan angka kebutuhan *nursing homes* (rumah jompo).

c. *Sacral Insufficiency Fracture*

Fraktur tulang aksial lainnya yang dapat terjadi adalah fraktur tulang sakrum dan ramis pubis. Fraktur pelvis cukup sering pada pasien osteoporosis. Fraktur pada ramis pubis seringkali disebabkan oleh trauma yang sangat minimal hingga sebagian besar pasien sulit mengingat kapan terjadinya trauma tersebut. Tulang akan mengalami kesembuhan dengan sendirinya tanpa melalui prosedur invasif. Aktivitas ambulasi berkurang sementara oleh rasa nyeri dan *walker* sangat direkomendasikan untuk mengurangi rasa nyeri. Selanjutnya, dapat menggunakan *cane*.

Fraktur sakrum dengan trauma yang minimal juga dapat terjadi dan tujuan dari manajemen fraktur ini adalah mengurangi nyeri akibat *weight-bearing* dengan menggunakan alat bantu yang tepat untuk ambulasi. Untuk mengurangi nyeri pelvis, terapi fisik sangat dianjurkan yaitu berupa penguatan otot punggung untuk mendapat postur dan *skeletal support* yang baik. Latihan tersebut harus bersifat progresif, resistif, dan *nonloading* untuk mencegah terjadinya fraktur kompresi vertebra. Nyeri kronis dapat juga disebabkan oleh mikro-fraktur yang hanya dapat terlihat melalui *bone scanning* dan hal ini dapat terus-menerus terjadi.

MRI merupakan modalitas radiologi yang tepat untuk fraktur-fraktur di atas, terutama karena kemampuannya menampilkan edema tulang pada sekuens *fat sat*.

d. Klasifikasi

- 1) Stabil
 - a) *Innominate bone, avulsi*
 - b) *Innominate bone, direct blow*
 - c) *Transverse sacrum / coccyx*
- 2) Stabil sebagian
 - a) *Open book*
 - b) *Lateral compression injury*
 - c) *Bilateral partial*
- 3) Tidak stabil
 - a) *Unilateral complete*
 - b) C1 with contralateral B
 - c) Bilateral C1

Diagnosis fraktur pelvis menggunakan foto polos radiologi proyeksi antero-posterior, inlet, dan outlet untuk mengetahui stabilitas horizontal dan vertikal dari *pelvic ring*. Pada fraktur pelvis yang mengenai asetabulum, diperlukan proyeksi alar dan obturator. Penggunaan CT scan dengan rekonstruksi 3D disarankan untuk mengetahui pola fraktur peri-asetabulum.

e. Terapi

- 1) Non operatif

Terapi non operatif pada fraktur pelvis dapat bersifat sementara atau definitif. Terapi sementara dilakukan pada penanganan awal fraktur pelvis terutama dengan *open book injury* untuk

mengurangi perdarahan pada rongga pelvis. Pasien dipasangkan *pelvic bandage* untuk membatasi ekspansi rongga pelvis selama proses stabilisasi.

Pada pasien dengan fraktur tertutup tipe stabil, fraktur avulsi apofisis, fraktur tanpa pergeseran fragmen yang jauh, atau tanpa keterbatasan fungsional yang signifikan dapat dilakukan terapi non-operatif. Terapi non-operatif tersebut berupa *non-weight bearing* atau *parsial weight bearing* sesuai dengan konfigurasi frakturnya.

2) Operatif

Terapi operatif dapat berupa terapi sementara atau definitif. Terapi sementara dilakukan pada pasien dengan kondisi umum tidak stabil yang memerlukan fiksasi.

a) Fiksasi eksternal:

Indikasi fiksasi eksterna yaitu pada fraktur terbuka yang tidak stabil, atau pada fraktur tertutup dengan kondisi umum yang tidak stabil. Jenis fiksasi eksterna yang digunakan sesuai dengan konfigurasi fraktur. Pada fraktur pelvis di anterior, dapat digunakan *anterior frame* di krista iliaka atau supra-asetabulum. Pada fraktur pelvis di posterior, digunakan *c-clamp*. Fiksasi eksterna digunakan untuk resusitasi dan memfasilitasi perawatan selama periode stabilisasi sebelum dikonversi menjadi fiksasi interna. Fiksasi eksterna dapat digunakan sebagai terapi definitif bila pasien tidak dapat dioperasi atau perawatan memanjang di ICU.

b) Fiksasi internal:

Fiksasi interna merupakan terapi pilihan pada fraktur pelvis yang tidak stabil. Secara biomekanik fiksasi internal lebih stabil dibandingkan dengan fiksasi eksternal. Pilihan fiksasi interna dapat berupa *plate and screw*, atau *screw* (trans-iliak, sacro-iliak, dan lain-lainnya), atau *rod and bolt*, atau kombinasinya.

Pada fraktur *iliac wing* fiksasi dilakukan dengan menggunakan *lag screw* dan *neutralization plate*. Untuk diastasis simfisis pubis fiksasi *plate and screw* digunakan jika tidak ada luka terbuka atau sistostomi. Pada fraktur

sakral fiksasi *transiliac bar* mungkin tidak memadai atau dapat menyebabkan cedera neurologis, sehingga *plate* atau *sacroiliac screw* lebih disarankan. Dislokasi sakroiliak unilateral dapat difiksasi langsung dengan *cancellous screw* atau *sacroiliac plate* anterior. Pada gangguan posterior bilateral yang tidak stabil dilakukan fiksasi *screw* posterior. Pada fraktur *open book* unilateral, penambahan fiksasi di sakroiliaka posterior dengan *plate* atau *screw* terbukti menambahkan kekuatan mekanis terhadap beban aksial. Berdasarkan kekuatan mekanis yang diciptakan untuk menahan beban aksial, fiksasi dengan satu *plate symphyseal* disertai *ileosacral screw* di S1 dan S2 adalah formasi fiksasi terbaik untuk fraktur *open book* yang disertai gangguan sakroiliaka anterior. Hasil dari fraktur pelvis yang kompleks setelah operasi dengan fiksasi internal sangat baik. Lebih dari 90% pasien mendapat hasil yang bagus pada *Majeed score* dan *Hannover Score*.

Rekomendasi:

1. Fiksasi dengan satu *plate symphyseal* disertai *ileosacral screw* di S1 dan S2 adalah formasi fiksasi terbaik untuk fraktur *open book* yang disertai gangguan sakroiliaka anterior.
2. Hasil dari fraktur pelvis yang kompleks setelah operasi dengan fiksasi internal sangat baik.

I - A

7. Femur

a. Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi industri berdampak pada peningkatan mobilitas masyarakat. Kondisi ini menyebabkan peningkatan kejadian kecelakaan lalu lintas. Kecelakaan lalu-lintas merupakan pembunuh nomor tiga di Indonesia setelah penyakit jantung dan stroke. Setiap tahun sekitar 60 juta penduduk Amerika Serikat mengalami trauma dan 50% diantaranya memerlukan tindakan medis, dimana 3,6 juta (12%) diantaranya membutuhkan perawatan di Rumah Sakit. Diantara pasien fraktur tersebut terdapat 300 ribu orang

menderita kecacatan yang bersifat menetap sebesar 1% sedangkan 30% mengalami kecacatan sementara.

Fraktur femur adalah terputusnya kontinuitas batang femur yang bisa terjadi akibat trauma langsung (kecelakaan lalu lintas, jatuh dari ketinggian), dan biasanya lebih banyak dialami oleh laki-laki dewasa. Femur merupakan tulang terkeras dan terpanjang pada tubuh, oleh karena itu butuh kekuatan benturan yang besar untuk menyebabkan fraktur pada femur. Insiden fraktur femur sebesar 1-2 kejadian pada per 10.000 jiwa penduduk setiap tahunnya. Kebanyakan penderita berusia produktif antara 25 – 65 tahun, laki-laki lebih banyak menderita terutama pada usia 30 tahun. Penyebab fraktur sangat bervariasi, baik akibat kecelakaan ketika mengendarai mobil, sepeda motor, dan kecelakaan ketika rekreasi.

Fraktur femur disebabkan oleh gaya yang melebihi kapasitas tulang tersebut, umumnya terjadi pada diafisis. Mekanisme cedera pada fraktur femur umumnya karena trauma langsung dengan energi tinggi (*high energy injury*) misalnya akibat kecelakaan lalu lintas atau jatuh dari ketinggian. Fraktur femur dapat juga terjadi akibat trauma tidak langsung dengan energi rendah (*low energy injury*) pada tulang yang sudah melemah misalnya pada pasien dengan osteoporosis berat, tumor tulang, atau infeksi. Fraktur pada tulang yang sudah melemah tersebut termasuk fraktur patologis.

Fraktur femur dapat menimbulkan perdarahan yang cukup banyak sehingga mengakibatkan syok. Pasien juga dapat mengalami cedera di lokasi lain baik yang berdekatan misalnya pelvis atau cruris, atau berjauhan yang terkait dengan mekanisme cederanya misalnya fraktur tulang belakang. Oleh karena itu penting untuk melakukan pemeriksaan menyeluruh dan melakukan penanganan syok pada pasien.

b. Klasifikasi

1) Diafisis

Berdasarkan jenis fraktur dapat dibagi menjadi fraktur sederhana dan fraktur kompleks. Fraktur sederhana terdiri atas fraktur spiral, oblik, dan transversal, sementara fraktur kompleks terdiri atas fraktur segmental dan kominusi.

Klasifikasi AO membagi kepada tiga tipe, yaitu tipe A (fraktur sederhana), tipe B (fraktur dengan fragmen baji), tipe C (fraktur kompleks).

Untuk menegakkan diagnosis cukup dilakukan pemeriksaan radiologi foto polos femur proyeksi antero-posterior dan lateral. Sendi panggul dan lutut harus terlihat pada foto polos untuk menghindari kesalahan diagnosis.

2) Artikular

Klasifikasi AO membagi fraktur artikular kepada tiga tipe, yaitu ekstra-artikular (tipe A), artikular parsial (tipe B), dan artikular komplit (tipe C). Ekstra-artikular mencakup fraktur trochanter dan supra-condylar, artikular parsial mencakup fraktur collum dan fraktur uni-condylar, artikular komplit mencakup fraktur caput dan fraktur bi-condylar.

Penegakan diagnosis fraktur femur artikular memerlukan gambaran yang jelas mengenai pola fraktur. Umumnya cukup dilakukan pemeriksaan foto polos dengan dua proyeksi yaitu femur proksimal AP dan aksial pada sisi proksimal atau femur distal AP dan lateral pada sisi distal. Bila pola fraktur artikular kurang jelas, maka *CT scan* diperlukan pemeriksaan *CT scan*. Apabila memungkinkan, *CT scan* dengan rekonstruksi 3D sangat membantu.

c. Terapi

1) Non Operatif

Terapi non-operatif pada fraktur femur dapat bersifat sementara atau definitif. Terapi sementara misalnya pada fasilitas kesehatan pra-RS atau RS yang tidak memiliki fasilitas memadai, atau pada keadaan terjadinya kerusakan jaringan lunak yang berat, atau pasien dengan trauma multipel yang tidak memungkinkan operasi segera. Terapi non-operatif sebagai terapi definitif yaitu pada keadaan pasien yang tidak memungkinkan operasi, misalnya pasien dengan komorbid berat yang dapat membahayakan jiwa bila menjalani operasi. Pilihan terapi dapat berupa traksi atau gips.

a) Traksi

Traksi dapat berupa traksi statis atau traksi dinamis. Traksi statis digunakan untuk stabilisasi sementara saat

transportasi atau saat menunggu operasi. Contoh traksi statis adalah *traction splint*, misalnya *Thomas splint* atau *Hare traction splint*. Traksi jenis ini dapat digunakan untuk fraktur femur diafisis maupun artikular.

Traksi dinamis dapat digunakan baik pada fraktur diafisis maupun artikular, terdiri atas *skin traction* dan *skeletal traction*. Penggunaan *skin traction* dilakukan untuk stabilisasi sementara sebelum operasi atau penanganan awal sebelum konversi ke *skeletal traction*. *Skeletal traction* yang digunakan yaitu *Perkin's traction* menggunakan pin pada tibia proksimal. Bila digunakan sebagai terapi definitif, maka *Perkin's traction* dikombinasikan dengan beberapa instrumen lain membentuk *balanced skeletal traction*.

b) Gips

Gips digunakan pada penanganan fraktur femur distal, berupa *long leg splint* atau *long leg cast*. *Long leg splint* digunakan sebagai immobilisasi sementara baik pada fraktur tunggal maupun multipel. Bila kondisi pasien tidak memungkinkan operasi, maka dapat digunakan gips sirkuler sebagai terapi definitif yaitu *long leg cast*.

2) Operatif

Terapi operatif merupakan terapi pilihan pada fraktur femur. Tujuan utama terapi operatif yaitu mendapatkan stabilitas pada fragmen fraktur sehingga pasien dapat melakukan mobilisasi dini untuk menghindari gangguan yang berhubungan dengan fraktur, misalnya atrofi otot, kontraktur, edema kronik, episode trombo-emboli, dekubitus, atau sindrom nyeri kronik regional.

Terapi operatif juga dapat bersifat sementara maupun definitif. Terapi sementara yaitu pemasangan fiksasi yang kemudian dikonversi ke jenis fiksasi lain, misalnya pemasangan fiksasi eksterna. Terapi definitif yaitu pemasangan fiksasi yang dipertahankan hingga penyembuhan tulang selesai, dapat berupa *screw*, *plate and screw*, *nail*, atau *fixed angle device* lainnya.

Prinsip reduksi dan fiksasi pada fraktur femur bergantung pada lokasi fraktur yang terjadi. Pada fraktur diafisis, prinsip

reduksi yang digunakan yaitu memperbaiki panjang, poros, dan rotasi tulang (*length, axis, rotation*), sementara fiksasi dapat berupa stabilitas absolut (*absolute stability*) pada fraktur sederhana atau stabilitas relatif (*relative stability*) pada fraktur kompleks. Pada fraktur artikular prinsip yang digunakan yaitu reduksi anatomis (*anatomic reduction*) dan stabilitas absolut (*absolute stability*).

Berikut akan dijelaskan beberapa pilihan tata laksana operatif pada fraktur femur beserta aspek-aspek khusus yang perlu diperhatikan dalam pemilihan modalitas tata laksana fraktur femur. Modalitas tersebut yaitu fiksasi eksterna, *screw, plate and screw, nail*, dan *fixed angle device* lainnya.

a) Fiksasi Eksterna

Fiksasi eksterna digunakan sebagai terapi sementara sebelum pasien mendapatkan terapi definitif, misalnya pada fraktur terbuka yang terkontaminasi, fraktur dengan kerusakan jaringan lunak yang luas, atau pada *damage control surgery*. Fiksasi eksterna dapat digunakan sebagai terapi definitif bila tidak memungkinkan dilakukan konversi ke fiksasi interna, misalnya pasien dengan perawatan intensif jangka panjang atau kerusakan jaringan lunak yang luas.

Keuntungan fiksasi eksterna yaitu durasi waktu operasi relatif singkat dengan kerusakan jaringan minimal. Kekurangannya yaitu stabilitas kurang dibanding fiksasi interna, alat yang menonjol sehingga mengganggu fungsi gerak normal, dapat mengganggu prosedur rekonstruksi jaringan lunak, risiko *pin-track infection*, dan risiko *nonunion/malunion* yang lebih tinggi bila digunakan untuk terapi definitif.

Fiksasi eksterna dapat digunakan pada fraktur diafisis femur baik sebagai terapi sementara maupun definitif. Penggunaan fiksasi eksterna pada fraktur femur artikular berupa fiksasi eksterna *joint spanning* hanya disarankan sebagai terapi sementara.

b) *Screw*

Pemasangan *screw* dapat dilakukan pada fraktur collum femur usia dewasa. *Screw* yang digunakan berupa *half thread cancellous screw* untuk mendapatkan kompresi dengan konfigurasi segitiga terbalik. Pemasangan *screw* dapat juga dilakukan pada fraktur *unicondylar* femur distal, dengan atau tanpa penambahan *plate*. Pemilihan *screw* pada fraktur oblik atau spiral di diafisis dihindari, kecuali bila ditambahkan *plate* sebagai proteksi terhadap lengan gaya yang panjang (*protection plate*).

c) *Plate and screw*

Plate and screw dapat digunakan pada fraktur diafisis maupun artikular. Pada fraktur diafisis fungsi pemasangan *plate* yaitu *tension-band plating* yang dipasang pada sisi lateral. Keuntungan pemasangan *plate* yaitu instrumen yang digunakan relatif sederhana, meski ada risiko kerusakan jaringan lunak yang lebih besar. *Plate and screw* menjadi pilihan bila *intra medullarynailing* dikontraindikasikan namun pasiennya secara medis dapat dioperasi, reduksi tidak langsung tidak mungkin dilakukan, *image intensifier* tidak tersedia, kehamilan dini (sampai 12 minggu kehamilan) karena risiko paparan radiasi, atau pasien politrauma dengan trauma dada. Pada pasien dengan osteomielitis dan kerusakan jaringan lunak yang luas sebaiknya dihindari penggunaan *plate and screw*.

Pada pasien dengan osteoporosis disarankan menggunakan *locking plate* untuk mendapatkan cengkeraman yang lebih baik terhadap tulang yang keropos. Penggunaan *locking plate* terutama digunakan pada fraktur artikular baik femur proksimal maupun distal untuk meningkatkan stabilitas fiksasi dan mencegah deformitas angulasi.

d) *Intra medullary nail*

Intra medullarynail merupakan pilihan utama untuk fiksasi fraktur femur. Secara mekanik merupakan fiksasi yang paling kuat karena bersifat *load sharing* sehingga memungkinkan mobilisasi dini. Indikasi tindakan ini adalah semua pasien dengan fraktur femur kecuali yang

kondisinya tidak memungkinkan operasi. *Intra medullary nail* tidak disarankan pada pasien politrauma yang keadaannya tidak stabil, tidak tersedianya *image intensifier*, fraktur periprostetik, osteomielitis, oklusi kanal medula, dan fraktur terbuka Gustilo tipe III C.

Modalitas ini dapat dipilih pada fraktur femur diafisis dan *intertrochanter*, sementara pada fraktur intra-artikular tidak disarankan. Jenis *nail* yang dipilih adalah *hollow nail* dengan *bolt* atau *screw* untuk stabilisasi fragmen fraktur dari gerakan rotasi dan distraksi. Pemilihan rute pemasangan *nail* disesuaikan dengan lokasi fraktur, umumnya dilakukan antegrad dari arah *trochanter* femur. Rute pemasangan secara retrograd dari femur distal dapat dipilih pada fraktur femur yang disertai fraktur tibia (*floating knee*), atau posisi fraktur di diafisis distal, meski pada fraktur diafisis distal lebih disarankan menggunakan *locking plates*. Pada fraktur *intertrochanter*, digunakan *cephalo-medullary nail*, yaitu *nail* yang relatif lebih pendek dengan *bolt* proksimal yang mengarah ke caput femur. Luaran klinis pada penggunaan *cephalo-medullary nail* lebih baik dari jenis fiksasi lainnya.

e) *Fixed-angle Device lainnya*

Terdapat beberapa implan khusus yang dapat dipilih untuk fraktur artikular berupa *fixed-angle device*, yaitu *angled blade plate* atau *sliding hip/condylar screw*. Penggunaan *fixed-angle device* pada femur proksimal dapat digunakan untuk fraktur *subcapital*, *intertrochanter*, dan *subtrochanter*. Sementara di femur distal untuk fraktur diafisis distal maupun artikular. Penggunaan *fixed-angle device* ditujukan untuk mencegah deformitas angulasi pada daerah artikular. Penggunaan *locking plates* dengan *locking screws* juga dapat dikategorikan sebagai *fixed-angle device*.

f) *Arthroplasty*

Pada pasien dengan fraktur artikular femur proksimal yang berusia tua, disertai fraktur kominusi atau tidak stabil, tulang yang porotik, dan sudah terjadi osteoarthritis pada sendi panggulnya dapat dipilih *arthroplasty*, baik parsial

(*hemiarthroplasty*) atau total. Keuntungan *hemiarthroplasty* yaitu dapat dikerjakan lebih singkat, relatif lebih murah dan memiliki risiko dislokasi lebih rendah daripada *total arthroplasty*, namun dapat menyebabkan rasa sakit dan erosi asetabulum, sehingga mungkin memerlukan operasi revisi di kemudian hari. Pilihan jenis fiksasi baik *uncemented stems* atau *cemented stems* dapat dipilih sesuai dengan indikasi. Pada pasien yang lebih tua dan tulangnya lebih porotik umumnya digunakan *cemented stems*.

Berbagai pilihan modalitas terapi operatif di atas sebaiknya disesuaikan dengan tipe fraktur, kemampuan operator, dan fasilitas RS tempat operator bekerja. Selain itu pertimbangan masalah biaya juga dapat mempengaruhi pilihan terapi dan implan yang digunakan.

Rekomendasi:

1. *Intramedullary nail* merupakan pilihan utama untuk fiksasi fraktur femur. **(I – A)**
2. Pada pasien dengan fraktur artikular femur proksimal yang berumur tua, disertai fraktur kominusi atau tidak stabil, tulang yang porotik, dan sudah terjadi osteoarthritis pada sendi panggulnya dapat dipilih *arthroplasty*, baik parsial (*hemiarthroplasty*) atau total. **(I – A)**
3. Rute pemasangan secara retrograd dari femur distal dapat dipilih pada fraktur femur yang disertai fraktur tibia (floating knee), atau posisi fraktur di diafisis distal, meski pada fraktur diafisis distal lebih disarankan menggunakan *locking plates*. **(II – B)**

8. Patella

a. Pendahuluan

Fraktur patella terjadi pada 1% dari seluruh fraktur, dengan rasio antara laki-laki dan perempuan 2:1 dan terbanyak ditemui pada usia 20-50 tahun. Fraktur patella jarang terjadi bilateral. Mekanisme cedera dapat bersifat langsung, tidak langsung, atau campuran keduanya. Mekanisme langsung berupa benturan pada patella dapat menghasilkan pola fraktur yang inkomplet, sederhana, stellata, ataupun kominusi. Mekanisme tidak langsung yaitu akibat tarikan yang kuat dari otot quadriceps paling sering menghasilkan pola fraktur transversal. Mekanisme campuran terjadi umumnya pada kasus jatuh dari ketinggian.

b. Klasifikasi

Klasifikasi diambil berdasarkan klasifikasi AO

- 1) Extra-artikular
 - a) Avulsi
 - b) *Isolated body*
- 2) Artikular parsial
 - a) Vertikal lateral
 - b) Vertikal medial
- 3) Artikular komplit
 - a) Transversal
 - b) Transversal dengan fragmen tambahan
 - c) Kompleks

Diagnosis fraktur patella selain melihat dari klinis diperlukan pemeriksaan radiologi foto polos genu proyeksi antero-posterior (AP) dan lateral. Pada fraktur patella kominusi dapat dilakukan *CT scan* untuk menilai konfigurasi fraktur praoperasi dengan lebih baik.

c. Terapi

1) Non Operatif

Indikasi terapi non operatif adalah pada fraktur ekstra-artikular dan artikular parsial dengan fungsi ekstensor masih baik atau bila ada kerusakan jaringan lunak lokal sekitar patella. Pada fraktur intra-artikular tidak disarankan terapi non-operatif. Terapi non operatif yang dilakukan adalah pemasangan *long leg cast* dengan lutut sedikit fleksi. Gips dipertahankan sampai tulang menyambung secara klinis.

2) Operatif

Terapi operatif adalah pilihan pada fraktur patella. Terapi operatif memungkinkan pasien mobilisasi dini untuk mencegah gangguan yang berhubungan dengan fraktur. Indikasinya yaitu fraktur *displace* dan kehilangan fungsi ekstensor lutut. Terapi operatif sebaiknya dihindari pada pasien dengan politrauma ekstremitas atau dengan komplikasi jaringan lunak lokal. Pada kondisi politrauma atau osteoporosis berat, perlu dipertimbangkan untung-rugi terapi operatif sesuai kondisi pasien.

Pilihan teknik fiksasi yang dipilih sesuai dengan pola fraktur. Pilihannya yaitu *lag screw*, *cerclage wire*, *tension band wiring*, atau prosedur *salvage* lainnya misalnya perbaikan tendon dengan augmentasi *wire*, patelektomi parsial atau total, atau kombinasinya.

Fraktur patella artikular parsial dapat direduksi dengan *lag screw* atau *circlage wire*. Metode *tension band wiring* digunakan untuk fraktur artikular komplis, menggunakan kombinasi *Kirschner wire* dan *cerclage wire*. Fraktur ekstra artikular berupa avulsi umumnya memerlukan prosedur *salvage* sesuai dengan jenis fragmen fraktur.

Rekomendasi:

Terapi operatif adalah pilihan pada fraktur patella (**I – A**)

d. Tata laksana Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi pada Fraktur Patella Pasca *Open Reduction and Internal Fixation*.

1) 1-7 Hari pasca operasi

a) *Weight-bearing* dengan kruk atau *walker* sambil menggunakan *long-leg straight-leg cylinder cast* atau *full-length knee brace* dengan terkunci pada posisi ekstensi lutut 0 derajat. *Brace* dapat dibuka kuncinya saat ambulasi pada minggu ketiga bila kontrol kuadriseps baik.

b) Elevasi maksimal dan kompres es selama 3-5 hari.

c) Bila konstruksi pasca operasi stabil, dapat dimulai latihan kuadriseps dan SLR secara perlahan.

d) Gunakan elevasi tumit pada tungkai kontralateral untuk membantu *ground clearance* tungkai yang terpasang *straight-leg cast* saat ambulasi.

2) 2-6 Minggu pasca operasi

a) Latihan mobilisasi patella secara perlahan, pasien harus mandiri saat melakukan latihan ini.

b) Stimulasi elektrik otot kuadriseps untuk re-edukasi.

c) Latihan sepeda statis dengan dudukan ditinggikan dan tanpa beban dimulai pada minggu kelima hingga keenam pasca operasi.

- 3) 6 Minggu pasca operasi
 - a) Pastikan proses penyembuhan tulang telah selesai dengan bukti foto rontgen.
 - b) Latihan isometrik yang progresif dengan beban 0,5-1 kg pada paha untuk SLR.
 - c) Tingkatkan kecepatan, jarak dan endurans saat latihan sepeda statis.
 - d) Latihan rantai tertutup secara perlahan.
 - e) *Mini squats* 30 derajat.
 - f) *Wall sits*.
 - g) *Stool scoots*.
 - h) *Lateral steps up* menggunakan *platform* setinggi 4 inchi.
 - i) *Hamstring curl* dengan beban 1-2.5 kg pada pergelangan kaki.
 - j) Penggunaan *hinged brace* hingga pasien mampu fleksi lutut 90 derajat dan memiliki kontrol otot kuadriseps yang adekuat.

9. Tibia fibula

a. Pendahuluan

Fraktur tibia terbanyak disebabkan oleh *high energy injury* yaitu kecelakaan lalu lintas. Frekuensi fraktur tibia tertinggi terjadi pada kelompok usia 20-30 tahun dengan distribusi sebanding antara laki-laki atau perempuan. Pada usia di atas 50 tahun, lebih banyak terjadi pada wanita. Sebanyak 54% merupakan fraktur tertutup dengan pola fraktur terbanyak adalah fraktur kominusi.

b. Klasifikasi

1) Diafisis

Dibagi menjadi 3 yaitu sederhana, wedge, dan kompleks. Untuk menegakkan diagnosis diperlukan pemeriksaan foto polos radiologi dengan proyeksi antero-posterior (AP) dan lateral

2) Artikular

Secara garis besar dibagi menjadi 3 ekstra artikular, parsial artikular, dan artikular komplit. Selain foto polos radiologi genu atau ankle proyeksi AP dan lateral, pemeriksaan *CT scan* sebaiknya dikerjakan, apabila memungkinkan dengan rekonstruksi 3D, untuk menentukan profil fraktur dan merencanakan tata laksana.

Klasifikasi AO untuk diafisis Tibia

- 1) Fraktur sederhana
 - a) Fibula intak
 - b) Fraktur fibula pada level yang berbeda
 - c) Fraktur fibula pada level yang sama
- 2) Fraktur wedge
 - a) Fibula intak
 - b) Fraktur fibula pada level yang berbeda
 - c) Fraktur fibula pada level yang sama
- 3) Fraktur kompleks
 - a) Fibula intak
 - b) Fraktur fibula pada level yang berbeda
 - c) Fraktur fibula pada level yang sama

Klasifikasi AO untuk tibia proksimal

- 1) Ekstra artikular
 - a) Avulsi
 - b) Metafisis sederhana
 - c) Metafisis fragmen multipel
- 2) Artikular parsial
 - a) Belah saja
 - b) Depresi saja
 - c) Belah dan depresi
- 3) Artikular komplit
 - a) Sederhana, metafisis sederhana
 - b) Sederhana, metafisis fragmen multipel
 - c) Fragmen multipel

Klasifikasi AO untuk distal tibia

- 1) Ekstra artikular
 - a) Metafisis sederhana
 - b) Metafisis baji
 - c) Metafisis kompleks
- 2) Artikular parsial
 - a) Belah saja
 - b) Depresi saja
 - c) Depresi fragmen multipel
- 3) Artikular komplit
 - a) Artikular sederhana

- b) Artikular sederhana, metafisis fragmen multipel
- c) Artikular fragmen multiple

c. Terapi

1) Non operatif

Terapi non operatif dapat dikerjakan pada fraktur tibia dengan pergeseran minimal setelah reduksi fraktur, yaitu pemendekan <1 cm, rotasi dan angulasi <5-10 derajat. Selain itu pada pasien dengan risiko operasi tinggi sebaiknya dilakukan terapi non operatif. Pada fraktur terbuka, pergeseran fragmen fraktur yang jauh, atau pada kegagalan reduksi fragmen fraktur, lebih disarankan untuk melakukan terapi operatif.

Terapi non operatif pada fraktur tibia adalah pemasangan *long leg cast* dengan sendi lutut sedikit fleksi. Setelah fragmen fraktur menyambung secara klinis (*clinical union*), fiksasi dapat diganti ke *patellar tendon bearing cast* sebatas lutut sampai tulang menempel secara radiologis. Pemasangan *long leg cast* dilakukan pada fraktur diafisis dan tibia proksimal, sementara pada fraktur tibia distal pada sendi pergelangan kaki cukup digunakan *short leg cast*.

2) Operatif

Terapi operatif merupakan terapi pilihan pada fraktur tibia. Terapi operatif memungkinkan pasien melakukan mobilisasi dini untuk mencegah penyakit yang berhubungan dengan fraktur. Terapi operatif pada tibia dapat bersifat sementara atau definitif. Beberapa pilihan terapi operatif yaitu fiksasi eksterna, *intra medullary nail*, dan *plate and screw*.

a) Fiksasi Eksterna

Fiksasi eksterna dapat digunakan sebagai terapi sementara maupun definitif. Fiksasi eksterna sebagai fiksasi sementara dilakukan pada pasien dengan fraktur terbuka yang terkontaminasi, fraktur dengan kerusakan atau defek jaringan lunak yang luas, atau pada *damage control surgery*.

Pada fraktur diafisis maka konfigurasi fiksasi eksterna minimal 2 pin di setiap fragmen dengan setidaknya satu *bar* untuk menghubungkan keempat pin tersebut. Fiksasi eksterna tipe modular akan memudahkan dalam reduksi

fragmen fraktur. Pada fraktur artikular maka fiksasi eksterna dipasang melewati sendi (*joint spanning*) sehingga hanya digunakan sebagai terapi sementara.

b) *Intra medullary nail*

Intra medullary nail merupakan pilihan utama untuk fiksasi fraktur tibia. Indikasinya untuk fraktur diafisis tibia dengan kanal medula normal dan panjang segmen fraktur yang cukup. Terapi ini sebaiknya dihindari pada fraktur dengan deformitas kanal medula (misalnya ada riwayat fraktur sebelumnya) atau pada infeksi medula (mielitis). Luaran pasien yang menggunakan *intra medullary nail* lebih baik dalam hal waktu menuju penyambungan tulang (*time to union*) dibandingkan dengan modalitas lainnya.

Pemasangan *intra medullary nail* pada tibia umumnya menggunakan screw *interlocking* di segmen proksimal dan distal sesuai kebutuhan stabilisasi. Prinsip reduksi pada fraktur diafisis adalah memperbaiki panjang, poros, dan rotasi tulang (*length, axis, rotation*), sementara fiksasi dapat berupa stabilitas absolut (*absolute stability*) pada fraktur sederhana atau stabilitas relatif (*relative stability*) pada fraktur kompleks. Penggunaan *intra medullary nail* tidak dapat dilakukan pada fraktur artikular tibia.

c) *Plate and screw*

Plate and screw dapat digunakan pada fraktur tibia diafisis maupun artikular. Keuntungan penggunaan plate adalah tidak memerlukan *image intensifier* dan instrumen relatif sederhana dibandingkan pemasangan *intra medullary nail*. Kekurangannya adalah kerusakan jaringan lunak yang lebih luas sehingga potensi infeksi relatif lebih tinggi.

Prinsip reduksi dan stabilisasi tetap sama yaitu pada fraktur diafisis memperbaiki panjang, poros, dan rotasi tulang (*length, axis, rotation*), sementara fiksasi dapat berupa stabilitas absolut (*absolute stability*) pada fraktur sederhana atau stabilitas relatif (*relative stability*) pada fraktur kompleks. Pada fraktur artikular prinsip yang digunakan yaitu reduksi anatomis (*anatomic reduction*) dan stabilitas absolut (*absolute stability*).

Jenis dan konfigurasi *plate and screw* disesuaikan dengan kebutuhan fiksasi. Selain *plate* standar terdapat berbagai pilihan *plate* anatomis untuk tibia proksimal dan distal serta fibula distal. Pada fraktur spiral atau oblik dapat dipasang *lag screw* dan *protection plate* sementara pada fraktur transversal dipasang *compression plate*. Pada fraktur kominusi disarankan menggunakan *bridging plate* dengan pendekatan minimal invasif menggunakan *image intensifier* bila fasilitas memungkinkan. Penggunaan locking plates disarankan pada pasien dengan osteoporosis untuk meningkatkan stabilitas fiksasi.

Rekomendasi:

1. Penggunaan *intramedullary nailing* tanpa *interlocking* dikaitkan dengan komplikasi minimal pada fraktur tertentu. Keunggulannya termasuk waktu operasi yang singkat dan aplikasinya yang relatif mudah.
2. Nonunion setelah *intramedullary nailing* (IMN) pada pasien dengan fraktur tibialis terjadi hingga 16%. Tujuh penelitian mengenai hal ini yang memenuhi kriteria telah diidentifikasi. Bukti menunjukkan kecenderungan penurunan tingkat nonunion yang konsisten pada fraktur tibialis tertutup yang dirawat dengan *reamed* dibandingkan dengan *unreamed* IMN.

II - A

10. Pedis

a. Pendahuluan

Fraktur pada pedis dapat terjadi pada *hindfoot* (calcaneus, talus), *midfoot* (naviculare, cuboid, cuneiforme) atau *forefoot* (metatarsal dan phalanges). Prevalensi fraktur calcaneus sekitar 2% dari angka seluruh fraktur, merupakan tulang pedis yang paling sering fraktur, dengan 7%-15% di antaranya merupakan fraktur terbuka. Fraktur tulang-tulang tarsal juga mencakup sebanyak 2% dari seluruh fraktur pada ekstremitas bawah. Fraktur pada midfoot termasuk cedera yang jarang terjadi.

b. Klasifikasi

1) *Calcaneus*

a) *Body*

(1) Simple *undisplace*

(2) *Extreme weak*

- (3) *Displace*
- b) *Sustentaculum*
- 2) *Talus*
 - a) *Neck*
 - (1) *Undisplace*
 - (2) *Displace*
 - (3) *Multifragmentary*
 - b) *Body*
- 3) *Midfoot*
 - a) *Navicular*
 - (1) *Split*
 - (2) *Multifragmentary*
 - b) *TMT*
 - c) *Cuboid*
 - (1) *Simple*
 - (2) *Crush*
 - d) *Intertarsal*
 - (1) *Fractures*
 - (2) *Crush*
- 4) *Metatarsal*
 - a) *1st*
 - (1) *Head – intraarticular – oblique*
 - (2) *Head – intraarticular – T type*
 - (3) *Head – intraarticular – comminuted*
 - (4) *Shaft – transverse/oblique*
 - (5) *Base – intraarticular*
 - b) *2nd-4th*
 - (1) *Proximal metaphyseal*
 - (2) *Diaphyseal*
 - (3) *Subcapital*
 - c) *5th*
 - a) *Base (jones fracture)*
 - b) *Base – metaphyseal avulsion*
 - c) *Long oblique diaphyseal*
 - d) *Multifragmentary diaphyseal*
 - d) *Both*

5) Phalanges

a) *Hallux*

- (1) *Proximal phalanx – diaphysis – simple*
- (2) *Proximal phalanx – base – shear*
- (3) *Proximal phalanx – base – intraarticular t type*
- (4) *Proximal phalanx – base – intraarticular comminuted*
- (5) *Proximal phalanx – head – intraarticular*
- (6) *Distal phalanx – base – impression*

b) 2nd – 4th

- (1) *MTP joint dislocation*
- (2) *Proximal phalanx – head – small fragment*
- (3) *Distal phalanx – multifragmentary*
- (4) *Proximal phalanx – base – Intraarticular t type*
- (5) *Proximal phalanx – base – Intraarticular*
- (6) *Proximal phalanx – excessively displace*

Diagnosis fraktur selain klinis menggunakan pemeriksaan radiologi. Untuk tulang hindfoot pemeriksaan dasar dapat menggunakan foto polos ankle proyeksi antero-posterior (AP) dan lateral dan foto polos pedis proyeksi AP dan oblik. Pada kasus fraktur intra-artikular dan fraktur calcaneus yang kompleks diperlukan *CT scan*, disarankan dengan rekonstruksi 3D.

c. Tata laksana

1) Non operatif

Tindakan non operatif diindikasikan untuk fraktur *undisplace* pada berbagai bagian dari pedis. Indikasi tindakan non-operatif yaitu:

- a) *Calcaneus*: fraktur ekstra-artikular atau pergeseran <2mm serta tidak ada *hindfootmalalignment* baik varus atau valgus
- b) Talus: *undisplace talar neck* dan sendi tidak terganggu
- c) Metatarsal: fraktur ekstra-artikular, *displace* minimal
- d) Jari kaki: fraktur tertutup dengan *displace* minimal

Terapi non operatif menggunakan *short leg cast* untuk fraktur *hindfoot* dan *midfoot*, dan *boot cast* untuk fraktur metatarsal. Fraktur jari diimobilisasi dengan *buddy taping*.

2) Operatif

Terapi operatif dilakukan pada fraktur terbuka, fraktur dengan *gross displacement*, atau fraktur intra-artikular. Tujuan operasi

adalah untuk mobilisasi dini agar mencegah terjadinya *fracture diseases*. Pada fraktur intra artikuler diperlukan reduksi anatomis dan fiksasi dengan stabilisasi absolut. Pilihan fiksasi dapat menggunakan fiksasi ekstena, *screw, plate and screw, K-wire*, atau fusi sendi.

Pada fraktur calcaneus dan talus intra-artikular dengan *displacement* yang berat, maka diperlukan reduksi secara langsung atau tidak langsung menggunakan *K-wire* kemudian fiksasi dengan *screw* atau *plate and screw*. Fraktur *midfoot* dapat difiksasi dengan *screw* atau dipertahankan dengan *bridging plate*.

Fraktur metatarsal dan falang dapat direduksi baik secara langsung maupun tidak langsung menggunakan bantuan *image intensifier*, kemudian fiksasi dengan *K-wire* atau *plate and screw*.

G. Implan pilihan

1. Screws

Screw adalah alat dasar dan paling efisien untuk fiksasi interna khususnya jika dikombinasi dengan *plate*. *Screw* merupakan element yang mengubah rotasi menjadi gerakan linier. Kebanyakan *screw* memiliki karakter sebagai berikut: inti pusat, ulir, ujung, kepala, dan lubang di kepala. *Screw* atau baut tersedia dalam berbagai jenis, ukuran dan material. Biasanya baut dinamakan sesuai fungsi, desain dan cara pemakaian. Klasifikasi baut:

- a. Design (ulir sebagian atau penuh, kanul, *self tapping*, dan lain-lainnya);
- b. Dimensi diameter ulir (1,5mm, 2,0 mm, 3,5 mm, 4,5 mm, 5,5 mm, dan lain-lainnya);
- c. Area pengaplikasian (korteks, tulang spongiosa, bikorteks atau monokorteks); dan
- d. Fungsi (*lag screw, locking head screw, position screw*, dan lain-lainnya).

Prinsip penggunaan *screw* adalah untuk mengkompresi bidang fraktur dan memfiksasi *plate* ke tulang. Desain *locking head* terbaru lebih stabil diantara implant dan tulang akibat kepala dan ulir *screw* yang berikatan dengan lubang *plate*.

2. *Plate fixation*

Conventional compression plating adalah salah satu alat yang membuat stabilitas absolut dan menginduksi penyembuhan tulang primer tanpa terlihatnya kalus. *Plate* berfungsi sebagai netralisasi atau proteksi, kompresi, penopang, pembagi tegangan, dan penghubung.

3. *Kirschner wires*

Wire pertama kali digunakan tahun 1900, *wire* berukuran 0.6-3.00mm. *Wire* dapat digunakan untuk:

- a. Fiksasi provisi, dimana manajemen inisial intraoperatif cukup sulit.
- b. Fiksasi definitif, *k-wire* biasa digunakan untuk mengkompresi fragmen fraktur dengan mengikat kedua korteks tulang, sebagai alat intrameduller, dan sebagai alat penopang (teknik Kapandji)

4. *Intra medullary nailing*

Intra medullary nails implan pilihan pada fraktur diafisis femur dan tibia. Bahkan dengan jenis desain yang baru indikasi pemasangan jenis implan ini dapat mencakup fraktur intra artikular tulang femur dan tibia. Untuk tulang humerus, *intra medullary nails* merupakan opsi yang masih dipertimbangkan.¹⁰⁷

H. **Perioperative dan co-morbid**

Kesuksesan suatu operasi dinilai dengan *outcome* fungsional dan kepuasan pasien. Tidak hanya faktor teknis operasi, tetapi juga faktor yang berkaitan seperti evaluasi preoperative hingga terapi postoperatif dan tindak lanjut harus dilakukan secara efisien dan terkoordinasi. Persiapan preoperasi termasuk evaluasi riwayat penyakit dan riwayat sosial pasien yang bertujuan untuk meminimalisasi risiko komplikasi dan masalah perioperasi. Konsultasi juga diperlukan kepada anesthesiologis untuk toleransi operasi. Selain itu perlu dilakukan rencana kepulangan pasien termasuk perawatan di rumah dan rehabilitasi. Selama preoperasi dokter bedah dapat memikirkan rencana tindakan yang akan dilakukan sehingga operasi dapat berjalan lebih baik dan cepat. Dengan meningkatnya teknologi dibidang Orthopaedi, pemilihan implan dapat dilakukan saat preoperative termasuk alat-alat yang dibutuhkan rencana cadangan. Rencana preoperative terdiri dari: waktu operasi, *approach*, manuver reduksi, konstruksi fiksasi, *intraoperative imaging*, penutupan luka, pasca operasi, dan rehabilitasi.

Manajemen *perioperative* dapat meminimalisasi terjadinya komplikasi yang tidak diharapkan dan dicegah. Aspek medikolegal juga ditekankan dalam mengantisipasi terjadinya komplikasi yang mungkin muncul. Untuk prosedur elektif dan darurat, konsultasi medis perlu dilakukan untuk penanganan kondisi medis yang mungkin muncul saat operasi. Contohnya pada pasien usia tua dengan penyakit kronis multiple dan penurunan fungsi organ.

I. **Rehabilitasi medis paska fraktur**

Rehabilitasi pada pasien dan ekstremitas sebaiknya dilakukan secara cepat, bergantung pada fraktur dan stabilitas jaringan lunak. Pada fraktur terbuka yang terpasang fiksasi eksterna pergerakan ekstremitas dapat menyebabkan iritasi jaringan lunak. Biasanya digunakan imobilisasi di sendi yang berbatasan lesi dengan *splint* atau *braces* untuk mencegah terjadinya kontraktur. Terapi fisik termasuk latihan aktif dan aktif terbantu untuk mobilisasi sendi perlu dilakukan secepatnya seiring perbaikan jaringan lunak. Defisit neurologis yang berakibat hilangnya pergerakan aktif perlu dievaluasi dan sendi yang berkaitan sebaiknya di *splint* untuk mencegah terjadinya kontraktur.

Jenis latihan *weight bearing* harus dibatasi, bergantung stabilitas fiksasi, tipe fiksasi, dan kondisi sistemik pasien. Monitoring secara radiografis perlu dilakukan untuk memantau progresi latihan beban tubuh yang menunjang stabilitas dan regenerasi tulang. Jenis *touch down weight bearing* diperbolehkan untuk jenis implan *intra medullarynails* tanpa ada ekstensi intraartikular. Jika terjadi fraktur intraartikular, latihan *weight bearing* tidak diperbolehkan selama 3 bulan. Latihan ROM dan penguatan perlu dimonitoring secara langsung oleh dokter dan terapis. Meskipun demikian pasien sebaiknya dijelaskan bahwa usaha dan kemauan sangat penting untuk memaksimalkan fungsi ekstremitas yang diterapi. Rehabilitasi vokasional juga perlu diinisiasi untuk mengembalikan produktifitas pasien ke lingkungan.

J. **Peranan Gizi pada penyembuhan fraktur**

Pemenuhan asupan zat gizi makro dan mikro yang tepat dapat memberikan kesembuhan yang baik kepada pasien fraktur. Penyembuhan fraktur merupakan proses yang kompleks dengan berbagai tahapan, yakni respon inflamasi awal, pembentukan kalus halus dan keras,

pembentukan tulang baru, serta remodeling tulang. Perubahan metabolisme yang terjadi pada fraktur juga dipengaruhi oleh zat gizi. Status gizi turut mempengaruhi kualitas tulang, risiko fraktur, serta proses penyembuhan tulang.

Kebutuhan energi

Kebutuhan energi didasarkan kepada kebutuhan energi basal dengan menggunakan kalorimetri indirek. Bila tidak tersedia alat kalorimetri indirek, penghitungan kebutuhan energi basal (KEB) dapat menggunakan rumus Harris Benedict dan ditambahkan dengan faktor stres. Energi target dapat dihitung menggunakan rule of thumb sebesar 25–35 kkal/kg BB/hari.

Rumus Harris Benedict:

Laki-laki. $KEB = 66,5 + (13,8 \times BB \text{ dalam kg}) + (5 \times TB \text{ dalam cm}) - (6,8 \times \text{usia dalam tahun})$.

Perempuan. $KEB = 665 + (9,6 \times BB \text{ dalam kg}) + (1,8 \times TB \text{ dalam cm}) - (4,7 \times \text{usia dalam tahun})$.

1. Kebutuhan makronutrien

a. Protein

Protein membentuk 30% dari massa tulang dan metabolisme tulang bergantung kepada asupan protein. Protein dibutuhkan dengan kisaran 1,4–2 gram/kg BB/hari. Protein harus dipenuhi dalam jumlah yang adekuat untuk menurunkan risiko komplikasi, meningkatkan densitas mineral tulang, dan menurunkan waktu rehabilitasi. Asupan protein tetap harus melihat fungsi ginjal.

b. Lemak dan karbohidrat

Kebutuhan lemak dan karbohidrat berada pada persentase seimbang dengan kebutuhan makronutrien lain, yakni lemak sebesar 25–30% dari kalori total, dengan mengutamakan asupan asam lemak tidak jenuh (omega-3, omega-6, dan omega-9) dan mengurangi asupan lemak jenuh. Kebutuhan karbohidrat mencapai 55–65% dari kalori total dan memperhatikan asupan serat sebesar 14 g/1000 kkal.

2. Kebutuhan mikronutrien

a. Vitamin D dan Kalsium

Vitamin D dan kalsium memiliki peranan penting dalam penyembuhan fraktur. Kedua mikronutrien ini saling bersinergi,

baik dalam proses absorpsi hingga proses metabolisme di dalam tubuh sehingga perlu diberikan secara bersamaan dan tidak tunggal. Vitamin D memiliki peran penting dalam mineralisasi tulang yang bertanggung jawab dalam pembentukan kalus dan remodeling tulang. Fungsi endokrin pada vitamin D adalah mempertahankan homeostasis kalsium yakni ikatan $1,25 (OH)_2D_3$ dengan reseptor vitamin D di usus halus, ginjal, kelenjar paratiroid, dan tulang.

Secara khusus, vitamin D berperan dalam masing-masing tahap penyembuhan fraktur, yakni pada tahap inflamasi (minggu I), vitamin D meningkatkan ekspresi *vascular endothelial growth factor* (VEGF), *platelet-derived growth factor* (PDGF), dan *bone morphogenetic protein* (BMP3). Pada tahap pembentukan kalus halus (minggu II–III), vitamin D meningkatkan pembentukan tulang endokondral. Pada tahap pembentukan kalus kasar/besar (minggu IV–XVI), peran vitamin D adalah meningkatkan diferensiasi osteoblas, meningkatkan osteokalsin dan osteopontin, serta meningkatkan ekspresi *fibroblast growth factor* (FGF)-23. Pada tahap akhir (lebih dari minggu XVI), vitamin D meningkatkan proses osteoklastogenesis dan resorpsi osteoklas. Bahan makanan sumber vitamin D, dalam bentuk vitamin D₂, adalah hati, ikan laut dalam (salmon, ikan *cod*), kuning telur. Pada fraktur, vitamin D dalam bentuk aktif, yakni vitamin D₃, dibutuhkan sebesar 800–2000 IU/hari.

Kalsium, dalam bentuk hidroksipatit, berfungsi dalam penyusunan mineral tulang. Tulang merupakan tempat penyimpanan utama kalsium untuk menjaga konsentrasi kalsium plasma. Bahan makanan sumber utama kalsium adalah susu dan produk ternak. Makanan yang dapat menurunkan absorpsi kalsium di dalam usus halus adalah asam oksalat (banyak terdapat di dalam bayam, kentang, dan kacang-kacangan kering) dan asam fitat yang terdapat pada biji-bijian. Dosis kalsium untuk penyembuhan sebesar 500–1000 IU/hari dengan pemberian dosis sebesar 1–2 x 500 mg/hari.

b. Seng

Pada fraktur, seng dibutuhkan untuk meningkatkan formasi kalus. Seng dalam bentuk seng sulfat dapat diberikan sebesar 50 mg

selama 60 hari. Pasien fraktur juga mengutamakan untuk mengonsumsi bahan makanan sumber seng, yakni daging mamalia, ikan, dan udang-udangan. Telur dan produk ternak juga memiliki kandungan seng, namun dalam jumlah yang sedikit. Absorpsi seng dihambat oleh fitat, misalnya pada sereal dan kacang-kacangan.

c. Tembaga

Tembaga berperan dalam enzim lisil oksidase (LOX) yang sangat bergantung kepada tembaga untuk melakukan fungsinya. Enzim ini berfungsi dalam pembentukan jaringan tulang. Hingga saat ini, belum ada rekomendasi jumlah dosis tembaga untuk fraktur sehingga pemberian tembaga disesuaikan dengan angka kecukupan gizi, yakni 900 mcg/hari.

d. Magnesium

Magnesium berperan dalam penyembuhan fraktur, yakni meningkatkan densitas mineral tulang. Magnesium bersifat mitogenik bagi pertumbuhan sel tulang. Dosis rekomendasi magnesium untuk penyembuhan fraktur berdasarkan kepada kebutuhan sesuai dengan angka kecukupan gizi, yakni 320–350 mg/hari.¹¹⁷Bahan makanan sumber magnesium adalah sereal, kacang-kacangan, ikan, kentang, bayam, daging, susu, dan yogurt. Mikronutrien lain yang juga berkaitan erat dengan fraktur dan penyembuhan luka adalah vitamin A dan vitamin C, vitamin B kompleks, asam folat, dan vitamin K.

e. Vitamin A

Vitamin A, dalam bentuknya sebagai asam retinoat, bertanggung jawab dalam diferensiasi sel dan jaringan. Asam retinoat merupakan kunci utama untuk regulasi gen dalam proses siklus sel, faktor transkripsi, reseptor, dan enzim. Bahan makanan sumber vitamin A dalam bentuk *preformed* vitamin A adalah hati, minyak ikan laut dalam, dan daging. Dosis vitamin A untuk penyembuhan luka sebesar 10.000–50.000 IU/hari secara oral atau 10.000 IU/hari secara intramuskuler selama 10 hari. Pada pasien yang sedang menerima pengobatan kortikosteroid, vitamin A untuk penyembuhan luka, diberikan sejumlah 10.000–15.000/IU secara oral.

f. Vitamin C

Peran vitamin C dalam penyembuhan luka adalah meregulasi transkripsi gen, stabilisasi *messenger ribonucleic acid* (mRNA), dan transduksi sinyal gen. Gen kolagen tipe I dan II sangat bergantung fungsinya oleh vitamin C. Kolagen berperan penting dalam tahap-tahap penyembuhan luka, yakni sintesis kolagen protein jaringan pada tingkat hidrosilasi prokolagen. Bahan makanan sumber vitamin C adalah buah-buahan dan biji-bijian. Dosis vitamin C untuk luka derajat ringan sebesar 100–200 mg/hari dan pada derajat berat sebesar 1000–2000 mg/hari.

g. Vitamin B kompleks dan Asam Folat

Vitamin B₁, B₂, B₃, B₆, asam folat, dan B₁₂ memiliki peranan dalam penyembuhan luka. Dosis vitamin B₁ sebesar 1,1–1,2 mg/hari, vitamin B₂ sebesar 1,1–1,3 mg/hari, vitamin B₃ sebesar 14–16 mg/hari, asam folat sebesar 400–600 mcg/hari, vitamin B₁₂ sebesar 2,4 mg/hari. Keadaan defisiensi vitamin B₁₂, akan menurunkan proses pemulihan fraktur, khususnya pada pembentukan dan pemeliharaan massa tulang. Umumnya, yang berisiko mengalami defisiensi vitamin B₁₂ adalah orang yang mengonsumsi metformin jangka panjang dan obat-obatan yang menurunkan asam lambung jangka panjang.

Metode pemberian nutrisi

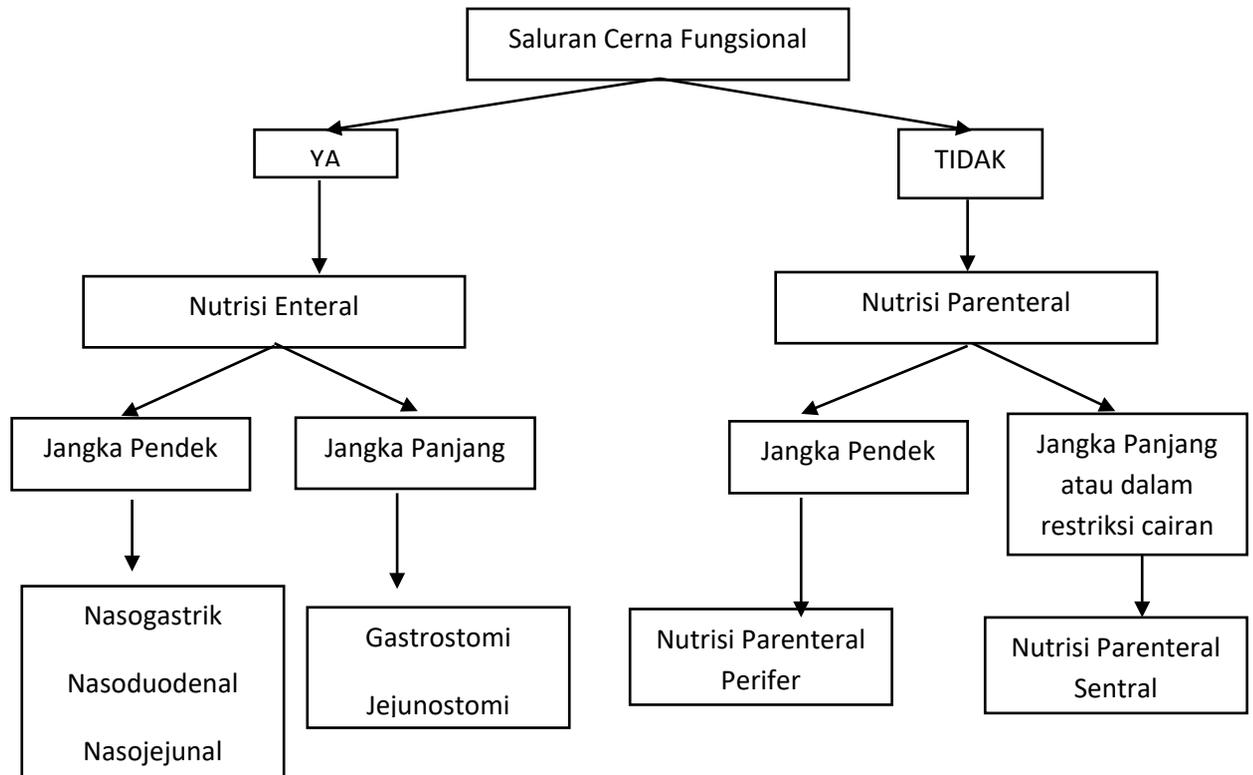
Pemberian nutrisi memperhatikan kondisi hemodinamik dan fungsi organ pasien. Pemenuhan kebutuhan nutrisi pada penyembuhan fraktur dapat diberikan berupa makanan padat atau lunak atau cair atau pada kondisi tertentu yang memerlukan nutrisi parenteral. Pemberian nutrisi lebih diutamakan melewati saluran cerna, yakni oral atau bila tidak memungkinkan, pemberian dapat dilakukan dengan jalur enteral atau parenteral. Kontraindikasi pemberian nutrisi secara enteral atau indikasi pemberian nutrisi parenteral total adalah sebagai berikut:

- a. Obstruksi saluran cerna
- b. Muntah dan/atau diare hebat dan tidak respon terhadap obat-obatan
- c. Sindroma usus pendek derajat berat
- d. Ileus paralitik
- e. Fistel *high-output*

- f. Perdarahan masif saluran cerna
- g. Malabsorpsi berat saluran cerna

Pemilihan jalur pemberian nutrisi dapat dilihat pada bagan di bawah ini:

Bagan 3. Pemilihan jalur pemberian nutrisi
Sumber: dimodifikasi dari referensi



Merokok

Nikotin memiliki peran negatif yang signifikan pada sistem muskuloskeletal, menyebabkan vasokonstriksi perifer, iskemia jaringan, menurunkan tekanan oksigen, dan juga menekan aktivitas osteoblastik. Merokok juga mengurangi kepadatan mineral tulang karena penurunan penyerapan kalsium yang berhubungan dengan hiperparatiroidisme sekunder. Banyak zat yang terkandung dalam asap rokok dapat merusak fraktur dan perbaikan setelah cedera ligamen. Selain itu, fraktur masalah penyembuhan dan infeksi tulang dan merokok telah terbukti merusak luka jaringan lunak penyembuhan. Efek merokok terhadap patah tulang pinggul yang paling jelas adalah wanita lansia. Forsen melaporkan bahwa di antara wanita perokok berusia lebih dari 50 tahun menunjukkan peningkatan risiko patah tulang sebesar 50%, risiko meningkat tiga kali lipat antara perokok dibandingkan tidak merokok. Perokok tidak hanya lebih rentan terhadap patah tulang,

tetapi juga lebih cenderung memiliki patah tulang berulang. Penyembuhan patah tulang tertunda pada perokok karena tidak normal pematangan tulang regenerasi sehingga nonunion atau malunion lebih sering.

Merokok mengganggu pembentukan tulang baru, dan wanita yang merokok berisiko tinggi untuk kehilangan kepadatan tulang dan osteoporosis. Wanita menopause yang merokok memiliki risiko lebih besar untuk patah tulang pinggul daripada mereka yang tidak merokok. Pria tua dan wanita yang telah merokok selama bertahun-tahun lebih lama untuk penyembuhan patah tulangnya setelah trauma minimal daripada bukan perokok.

Fraktur terjadi paling sering pada pinggul, pergelangan tangan dan tulang belakang, tetapi setiap tulang yang rendah kandungan mineralnya lebih rentan terhadap fraktur. Dua faktor risiko utama untuk patah tulang osteoporosis adalah kandungan mineral tulang yang rendah dan kecenderungan untuk jatuh pada perokok yang diketahui memiliki fungsi neuromuskuler yang lebih buruk dibandingkan dengan bukan perokok. Penelitian lain menunjukkan bahwa merokok tidak meningkatkan frekuensi jatuh. Bukti mengenai hubungan antara merokok dan patahnya pergelangan tangan, antara wanita kurus pasca menopause, risiko patah tulang lengan ditemukan lebih dari lima kali lipat lebih besardi kalangan perokok dibanding kalangan bukan perokok.

Dampak utama yang dicegah akibat dari merokok adalah kematian dini. Jutaan orang hidup dengan penyakit serius yang disebabkan oleh merokok. Merokok telah dikaitkan dengan banyak masalah kesehatan termasuk berbagai kondisi orthopedi dan komplikasi. Merokok secara luas dianggap sebagai faktor risiko untuk patah tulang masa depan menghambat penyembuhan tulang setelah patah. Beberapa efek biologis tembakau dapat mempengaruhi risiko patah tulang pada perokok. Merokok dapat memberi efek buruk pada kekuatan tulang melalui toksisitas langsung dari nikotin dan non nikotin serta asap rokok. Selain itu, merokok dapat secara tidak langsung mempengaruhi kekuatan tulang melalui penurunan penyerapan kalsium usus, peningkatan metabolisme atau penurunan produksi *estrogen*.

Selain itu, merokok dapat mempengaruhi risiko patah tulang melalui mekanisme lain terkait osteoporosis, seperti keseimbangan

kinerja neurovascular dan pembuluh darah perifer yang rusak karena rokok. Nikotin dapat melawan efek antioksidan vitamin C dan E dan menyebabkan risiko lebih tinggi patah tulang. Meta-analisis mengenai dampak merokok pada tulang mengungkapkan bahwa perokok berkelanjutan mengalami penurunan massa tulang dan peningkatan risiko fraktur pada usia 50 tahun dan lebih tua. Namun, jangka panjang, perokok berat mengalami kerusakan arteri permanen akibat merokok.

Tertunda atau gangguan penyembuhan trauma tulang pada pasien yang merokok telah dikaitkan dengan vaskular. Efek patofisiologi yang multidimensi, termasuk vasokonstriksi arteriol, hipoksiseluler, demineralisasi tulang, dan revaskularisasi yang tertunda. Nikotin memiliki peran yang signifikan dalam menyebabkan kurangnya oksigen ke jaringan. Fraktur sembuh biasanya di daerah-daerah yang memiliki suplai darah yang baik di wilayah fraktur, berhenti merokok meningkatkan tingkat penyembuhan mendekati orang-orang yang bukan perokok. Dalam sebuah studi terbaru yang dilakukan, ditemukan bahwa merokok memiliki independen, efek dosis tergantung pada kepadatan tulang, yang meningkatkan risiko patah tulang.

K. **Komplikasi fraktur (*Malunion dan Nonunion*)**

Hasil yang didapatkan setelah dilakukan penatalaksanaan antara lain, union (menyambung), konsolidasi, *nonunion* (tidak menyambung) dan malunion (salah menyambung). Union merupakan proses yang belum sempurna. Telah terjadi kalsifikasi kalus akan tetapi masih terasa nyeri apabila digerakkan. Pada pemeriksaan sinar sinar-X masih nampak garis fraktur dan diselubungi oleh kalus. Konsolidasi adalah proses penyembuhan yang komplit. Tidak ada nyeri, garis fraktur hampir tidak terlihat.

Dalam beberapa kasus, terjadi gangguan proses penyembuhan yang terjadi akibat distraksi dan pemisahan fragment, sering disebabkan (1) interposisi dari jaringan lunak disekitar fraktur, (2) pergerakan yang berlebihan (3) kerusakan yang berat dan berakibat pada jaringan yang tidak viable (4) vaskularisasi yang tidak baik.

L. **Pencabutan implan**

Pencabutan implan, meskipun termasuk operasi yang umum, sebaiknya dalam mengambil keputusan terapi tidak dilakukan dengan mudah dan seharusnya tidak menjadi suatu prosedur rutin. Meski begitu jelas ditunjukkan dalam beberapa kasus, Kebiasaan pencabutan implan tidak didukung oleh literatur dan menghadapkan pasien ke biaya dan komplikasi yang tidak perlu. Bahkan pada pasien yang melaporkan rasa sakit yang berhubungan dengan implan, pengangkatan implan itu tidak menjamin kenyamanan dan mungkin terkait dengan komplikasi lebih lanjut, termasuk infeksi, refraktur, kerusakan saraf, dan rasa sakit yang memburuk. Selain itu, pasien mungkin meminta atau ahli bedah dapat merekomendasikan untuk melakukan pencabutan dengan alasan yang tidak terbukti, seperti perlindungan dari neoplasma atau reduksi *stress shielding*. Tidak ada data yang menyarankan pencabutan implan yang berhasil atau implan yang dipertahankan ini meningkatkan risiko neoplasma atau menyebabkan *stress shielding*. Seperti prosedur operasi apa pun, penting untuk memahami manfaat yang diharapkan dari prosedur dan juga resikonya. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai waktu dan manfaat yang diharapkan dari pemasangan implan serta langsung dan biaya tidak langsung prosedur.

M. **Terapi stem cell pada komplikasi fraktur**

Terapi sel punca mesenkimal pada komplikasi fraktur yang saat ini sedang dikembangkan adalah komplikasi *nonunion* dan defek tulang kritis. Komplikasi fraktur dapat ditegakkan berdasarkan hasil rontgen dan anamnesa. Fraktur *nonunion* adalah fraktur tulang panjang yang mengalami gangguan gagal sambung tipe atrofi, yaitu setelah sembilan bulan atau selama tiga bulan berturut-turut belum memperlihatkan tumbuhnya jembatan kalus (*bridging callous*). Defek tulang kritis adalah defek tulang dengan kehilangan jaringan tulang > 5 cm.

Fraktur nonunion dan defek tulang kritis biasanya membutuhkan strategi manajemen yang kompleks dan membutuhkan beberapa tahap operasi. 5-10% kasus fraktur memiliki komplikasi *nonunion*. Metode *diamond concept* menjadi acuan pengobatan kasus fraktur dimana ada empat komponen penting untuk penyembuhan tulang diantaranya *osteogenik* (sel *osteoprogenitor*), *osteokonduktif* (*scaffold*), *osteoinduktif* (faktor pertumbuhan) dan stabilitas mekanis. Dalam

penelitian Ismail HD, dkk pada kasus *nonunion*fraktur, 20 juta sel punca mesenkimal dan hydroxyapatite (HA) 5 gram/cm diimplantasikan ke daerah fraktur *nonunion*. Setelah follow up selama 12 bulan seluruh pasien *nonunion* yang mendapat implantasi sel punca mesenkimal memberi hasil penyembuhan tiga bulan lebih cepat atau konsolidasi di bulan kedelapan dibanding terapi standar tandur tulang (*bone graft*) dan HA.

Pada patah tulang kritis, Masquelet menawarkan metode simpel dengan meletakkan sel punca dan bone graft yang akan menginduksi proses granulasi dari membran jaringan dalam kondisi septik dan aseptik. Teknik ini tidak membutuhkan keahlian bedah khusus.

Prosedur operasi Masquelet terdiri dari dua tahap. Pertama, debridemen menyeluruh dilakukan. Untuk luka yang terkontaminasi atau terinfeksi, tindakan debridemen dapat dilaksanakan lebih dari satu kali dan mungkin juga dibutuhkan stabilisasi sementara. Kemudian, cacat tulang dijematani menggunakan polymethylmethacrylate (PMMA) yang merupakan *spacercement*. *Spacer* menginduksi pembentukan *encapsulating thin fibrous membran* yang terbuat dari matriks kolagen tipe 1 dengan fibroblastik sel dan mengandung konsentrasi tinggi pertumbuhan dan faktor osteogenik.¹³² Selanjutnya, tulang distabilkan menggunakan perangkat keras ortopedi.^{129,131} Tahapan selanjutnya dilakukan setelah 4-8 minggu, membran diiris dan *spacer* dilepas dengan mempertahankan membran. Rongga sisa *spacer* diisi dengan autograft. *Nonunion* akan pulih dalam waktu 8,5 bulan dengan pergerakan normal. Sedangkan pada kasus defek tulang kritis, rongga sisa *spacer* diisi dengan sel punca mesenkimal autologus 50 juta sel punca mesenkimal, HA 5 gram granule/ 5 ml defek tulang kritis atau scaffold natural/sintesis lainnya dan 1.33 ml BMP-2/5 g(HA) granules. Sel punca mesenkimal yang diencerkan dimasukkan kedalam wadah berisi HA, kemudian ditambahkan BMP-2 dan diinkubasi selama 5 menit sebelum di implantasi. Hasilnya, pasien fraktur yang diterapi dengan sel punca mesenkimal menunjukkan perbaikan radiografi dan fungsional lebih cepat dibandingkan menggunakan autograft bersama HA.

Pada kasus osteofibrous displasia, yang membutuhkan tindakan eksisi tulang, terapi dengan sel punca mesenkimal bisa menjadi pilihan alternatif.

Rekomendasi:

1. Kasus fraktur yang tidak mengalami pertumbuhan jembatan kalus setelah 9 bulan atau 3 bulan berturut turut setelah mendapat terapi konvensional dinamakan fraktur gagal sambung.
2. Kasus fraktur dengan kehilangan tulang >5cm dinamakan defek tulang kritis.
3. Sel punca mesenkimal memberi hasil perbaikan lebih cepat pada kasus nonunion dibanding tanpa menggunakan sel punca mesenkimal.
4. Baku emas untuk tata laksana defek tulang kritis pada fraktur adalah implantasi autograft dengan menggunakan metode masquelet.
5. Penggunaan sel punca mesenkimal pada kasus fraktur memberi hasil penyembuhan lebih cepat dibanding dengan autograft.
6. Penggunaan sel punca mesenkimal pada defek tulang kritis akibat tindakan eksisi osteofibrous displasia memberikan respon baik dengan pertumbuhan jaringan tulang normal.

I - A

III - A

Pada laporan kasus pasien osteofibrous displasia usia 8 tahun yang diterapi dengan sel punca mesenkimal asal sumsum tulang menunjukkan hasil yang baik. Osteofibrous displasia berhasil dihilangkan setelah 84 minggu follow up tanpa disertai tanda kambuhan. Terapi tersebut juga berhasil menumbuhkan jaringan tulang normal tanpa menimbulkan efek samping dan meningkatkan kualitas hidup pasien.^{134,136} Selain kasus fraktur nonunion dan defek tulang kritis, implantasi sel punca mesenkimal pada kasus osteoarthritis dan *spinal cord injury* juga telah memberikan hasil yang lebih baik.

Di masa depan, terapi sel punca sangat menjanjikan untuk pengobatan kasus fraktur tulang ataupun penyakit regeneratif lainnya. Oleh karena itu, beragam penelitian terkait sel punca mulai dari in vitro, in vivo, hingga aplikasinya mulai dikembangkan di Indonesia, seperti yang dilakukan di RSCM. Diharapkan, terapi sel punca menjadi jawaban untuk memperbaiki kualitas hidup manusia dan mengurangi tingkat mortalitas akibat penyakit yang sulit disembuhkan.

BAB IV KESIMPULAN

Fraktur adalah kerusakan struktur kontinuitas jaringan tulang. Fraktur dapat disebabkan akibat insiden trauma, stress repetitif atau melemahnya tulang secara abnormal (fraktur patologis). Anamnesis yang dapat diperoleh adalah mekanisme terjadinya cedera diikuti dengan ketidakmampuan menggunakan tungkai yang cedera. Rasa nyeri, kebiruan dan bengkak merupakan gejala yang biasa terjadi karena fraktur melibatkan cedera jaringan lunak. Pemeriksaan fisik merupakan bagian dari survei sekunder dalam menangani pasien trauma. Untuk kasus muskuloskeletal khususnya fraktur, deformitas dan kerusakan jaringan lunak merupakan tanda dari adanya fraktur dan penting dalam mendiagnosis fraktur khususnya pada pasien yang tidak sadar. Pemeriksaan muskuloskeletal dilakukan secara menyeluruh dari ekstremitas atas secara bilateral. Prinsip pemeriksaan muskuloskeletal meliputi *look, feel* dan *move*.

Fraktur diklasifikasikan menjadi fraktur terbuka dan tertutup. Definisi fraktur terbuka adalah fraktur yang berhubungan dengan lingkungan luar melalui defek jaringan lunak. Fraktur ini biasanya disebabkan oleh trauma energi tinggi dan memiliki konfigurasi yang berbeda-beda mulai dari defek kulit, jaringan periosteum yang lepas dan tulang yang terekspos. Fraktur terbuka merupakan suatu kegawatdaruratan yang membutuhkan tata laksana cepat termasuk stabilisasi hemodinamik, pemberian antibiotik. Fraktur terbuka menggunakan klasifikasi menurut Gustilo Anderson. Fraktur juga diklasifikasi berdasarkan regio, berdasarkan alfanumerik dan region, fraktur dibagi menjadi 1=humerus, 2=radius/ulna, 3=femur, 4=tibia/fibula. Digit kedua mencakup segment tulang (1=proximal, 2=diaphisis, 3= distal, dan 4 maleolar). Diikuti dengan huruf yang mencakup tipe fraktur (A=extraartikular, B=wedge, C=complex: proximal dan distal: A extraartikular, B partial articular, C complete articular). 2 nomor selanjutnya mendeskripsikan morfologi detail fraktur. Penanganan awal dengan memeriksa *airway - breathing - circulation* dengan tujuan *life saving*, dilanjutkan penanganan sementara dengan penilaian cepat dan fiksasi sementara bila diperlukan, dan penanganan definitif tergantung dari jenis dan lokasi fraktur.

Hasil yang didapatkan setelah dilakukan penatalaksanaan antara lain, union (menyambung), konsolidasi, *nonunion* (tidak menyambung) dan *malunion* (salah menyambung). Union merupakan proses yang belum sempurna. Telah

terjadi kalsifikasi kalus akan tetapi masih terasa nyeri apabila digerakkan. Pada pemeriksaan sinar-X masih nampak garis fraktur dan diselubungi oleh kalus. Konsolidasi adalah proses penyembuhan yang komplis. Tidak ada nyeri, garis fraktur hampir tidak terlihat.

Di masa depan, terapi sel punca sangat menjanjikan untuk pengobatan kasus fraktur tulang ataupun penyakit regeneratif lainnya. Oleh karena itu, beragam penelitian terkait sel punca mulai dari *in vitro*, *in vivo*, hingga aplikasinya mulai dikembangkan di Indonesia, seperti yang dilakukan di RSCM. Diharapkan, terapi sel punca menjadi jawaban untuk memperbaiki kualitas hidup manusia dan mengurangi tingkat mortalitas akibat penyakit yang sulit disembuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Salter RB. Textbook of Disorders and Injuries of the Musculoskeletal System. 3rd Ed. Maryland: Lippincott William & Wilkins; 1999. Chapter 15, Fractures and Joint Injuries – General Features; p.446-60.
2. Bucholz, et al. Rockwood and Green's Fractures in Adults 7th Ed. Wolter Kluwer; 2010. Section 1: general Principle Basic.
3. <https://online.epocrates.com/diseases/38623/Long-bone-fractures/Epidemiology>
4. Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2013 [Internet]. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2013 [cited 1 Mei 2017]. Available from: <http://www.litbang.depkes.go.id>.
5. Brinker MR, et al. Review of Orthopaedic Trauma. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins. 2013.
6. Koval KJ, Zuckerman JD. Handbook of fracture 3d ed. Newyork: Lippincott Williams and Wilkins. 2006.
7. Wiesel BB, Sankar Wn, et al. Orthopaedic Surgery Principle of Diagnosis And Treatment. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins. 2011.
8. Hart JA, Miller MD. Review of Orthopaedics 5th Ed. Philadelphia: Saunders Elsevier. 2008.
9. Leslie WD et al. Direct cost of Fractures in Canada and Trends 1996-2006: A Population Based Cost of Illness Analysis. 2011. Journal of Bone and Mineral Research Vol 26 No 10. Doi 10.1002/jbmr457.
10. *Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN: Problems in the management of type III (severe) open fractures: A new classification of type III open fractures. J Trauma.1984; 24:742.*
11. *Tscherne H, Oestern HJ: Die Klassifizierung des Weichteilschadens bei offenen und geschlossenen Frakturen. Unfallheilkunde.1982; 85:111–115.*
12. https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgerymobile?contentUrl=/srg/popup/further_reading/PFxm2/45_Antibio_prophyl.jsp&soloState=precomp&title=&Language=en
13. https://medschool.vanderbilt.edu/trauma-and-scc/files/trauma-and-scc/public_files/Protocols/Orthopedic%20Prophylactic%20Antibiotics.pdf
14. Malhotra AK, Goldberg S, Graham J, Malhotra NR, Willis MC, Mounasamy V, et al. Open extremity fractures: impact of delay in operative debridement and irrigation. The journal of trauma and acute care surgery. 2014;76(5):1201-7.

15. Owens BD, White DW, Wenke JC. Comparison of irrigation solutions and devices in a contaminated musculoskeletal wound survival model. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(1):92-8.
16. Crowley DJ, Kanakaris NK, Giannoudis PV. Irrigation of the wounds in open fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89(5):580-5.
17. Lammers RL, Fourre M, Callaham ML, Boone T. Effect of povidone-iodine and saline soaking on bacterial counts in acute, traumatic, contaminated wounds. *Ann Emerg Med.* 1990;19(6):709-14.
18. Lineaweaver W, Howard R, Soucy D, McMorris S, Freeman J, Crain C, et al. Topical antimicrobial toxicity. *Arch Surg.* 1985;120(3):267-70.
19. Draeger RW, Dahners LE. Traumatic wound debridement: a comparison of irrigation methods. *J Orthop Trauma.* 2006;20(2):83-8.
20. Olson SA, Schemitsch EH. Open fractures of the tibial shaft: an update. *Instr Course Lect.* 2003;52:623-31.
21. Cross WW, 3rd, Swiontkowski MF. Treatment principles in the management of open fractures. *Indian J Orthop.* 2008;42(4):377-86.
22. Roberts CS, Pape HC, Jones AL, Malkani AL, Rodriguez JL, Giannoudis PV. Damage control orthopaedics: evolving concepts in the treatment of patients who have sustained orthopaedic trauma. *Instr Course Lect.* 2005;54:447-62.
23. Bach AW, Hansen ST, Jr. Plates versus external fixation in severe open tibial shaft fractures. A randomized trial. *Clin Orthop Relat Res.* 1989(241):89-94
Stannard JP, Finkemeier CG, Lee J, Kregor PJ. Utilization of the less-invasive stabilization system internal fixator for open fractures of the proximal tibia: a multi-center evaluation. *Indian J Orthop.* 2008;42(4):426-30.
24. Bhandari M, Guyatt GH, Tornetta P, 3rd, Swiontkowski MF, Hanson B, Sprague S, et al. Current practice in the *intra medullary* nailing of tibial shaft fractures: an international survey. *J Trauma.* 2002;53(4):725-32.
25. Henley MB, Chapman JR, Agel J, Harvey EJ, Whorton AM, Swiontkowski MF. Treatment of type II, IIIA, and IIIB open fractures of the tibial shaft: a prospective comparison of unreamed interlocking *intra medullary* nails and half-pin external fixators. *J Orthop Trauma.* 1998;12(1):1-7.
26. Tornetta P, 3rd, Bergman M, Watnik N, Berkowitz G, Steuer J. Treatment of *grade-IIIb* open tibial fractures. A prospective randomised comparison of external fixation and non-reamed locked nailing. *J Bone Joint Surg Br.* 1994;76(1):13-9.

27. Investigators S, Bhandari M, Guyatt G, Tornetta P, 3rd, Schemitsch E, Swiontkowski M, et al. Study to prospectively evaluate reamed intramedullary nails in patients with tibial fractures (S.P.R.I.N.T.): study rationale and design. *BMC musculoskeletal disorders*. 2008;9:91.
28. Investigators S, Briel M, Sprague S, Heels-Ansdell D, Guyatt G, Bhandari M, et al. Economic evaluation of reamed versus unreamed *intra medullary* nailing in patients with closed and open tibial fractures: results from the study to prospectively evaluate reamed *intra medullary* nails in patients with tibial fractures (SPRINT). *Value in health : the journal of the International Society for Pharmacoeconomics and Outcomes Research*. 2011;14(4):450-7.
29. Russell GG, Henderson R, Arnett G. Primary or delayed closure for open tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br*. 1990;72(1):125-8.
30. Hohmann E, Tetsworth K, Radziejowski MJ, Wiesniewski TF. Comparison of delayed and primary wound closure in the treatment of open tibial fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2007;127(2):131-6.
31. Jenkinson RJ, Kiss A, Johnson S, Stephen DJ, Kreder HJ. Delayed wound closure increases deep-infection rate associated with lower-*grade* open fractures: a propensity-matched cohort study. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(5):380-6.
32. Caudle RJ, Stern PJ. Severe open fractures of the tibia. *J Bone Joint Surg Am*. 1987;69(6):801-7.
33. Cierny G, 3rd, Byrd HS, Jones RE. Primary versus delayed soft tissue coverage for severe open tibial fractures. A comparison of results. *Clin Orthop Relat Res*. 1983(178):54-63.
34. Fischer MD, Gustilo RB, Varecka TF. The timing of flap coverage, bone-grafting, and *intra medullary* nailing in patients who have a fracture of the tibial shaft with extensive soft-tissue injury. *J Bone Joint Surg Am*. 1991;73(9):1316-22.
35. Robinson D, On E, Hadas N, Halperin N, Hofman S, Boldur I. Microbiologic flora contaminating open fractures: its significance in the choice of primary antibiotic agents and the likelihood of deep wound infection. *J Orthop Trauma*. 1989;3(4):283-6.
36. Acello AN, Wallace GF, Pachuda NM. Treatment of open fractures of the foot and ankle: a preliminary report. *J Foot Ankle Surg*. 1995;34(4):329-46.

37. Sloan JP, Dove AF, Maheson M, Cope AN, Welsh KR. Antibiotics in open fractures of the distal phalanx? *J Hand Surg Br.* 1987;12(1):123-4.
38. Suprock MD, Hood JM, Lubahn JD. Role of antibiotics in open fractures of the finger. *J Hand Surg Am.* 1990;15(5):761-4.
39. Buckley SL, Smith GR, Sponseller PD, Thompson JD, Robertson WW, Jr., Griffin PP. Severe (type III) open fractures of the tibia in children. *J Pediatr Orthop.* 1996;16(5):627-34.
40. Patzakis MJ, Wilkins J. Factors influencing infection rate in open fracture wounds. *Clin Orthop Relat Res.* 1989(243):36-40.
41. Huddleston PM, Steckelberg JM, Hanssen AD, Rouse MS, Bolander ME, Patel R. Ciprofloxacin inhibition of experimental fracture healing. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82(2):161-73.
42. Holtom PD, Pavkovic SA, Bravos PD, Patzakis MJ, Shepherd LE, Frenkel B. Inhibitory effects of the quinolone antibiotics trovafloxacin, ciprofloxacin, and levofloxacin on osteoblastic cells in vitro. *J Orthop Res.* 2000;18(5):721-7.
43. Patzakis MJ, Bains RS, Lee J, Shepherd L, Singer G, Ressler R, et al. Prospective, randomized, double-blind study comparing single-agent antibiotic therapy, ciprofloxacin, to combination antibiotic therapy in open fracture wounds. *J Orthop Trauma.* 2000;14(8):529-33.
44. Dellinger EP. Antibiotic prophylaxis in trauma: penetrating abdominal injuries and open fractures. *Rev Infect Dis.* 1991;13 Suppl 10:S847-57.
45. Dellinger EP, Caplan ES, Weaver LD, Wertz MJ, Droppert BM, Hoyt N, et al. Duration of preventive antibiotic administration for open extremity fractures. *Arch Surg.* 1988;123(3):333-9.
46. Hoff WS, Bonadies JA, Cachecho R, Dorlac WC. East Practice Management Guidelines Work Group: update to practice management guidelines for prophylactic antibiotic use in open fractures. *J Trauma.* 2011;70(3):751-4.
47. Templeman DC, Gulli B, Tsukayama DT, Gustilo RB. Update on the management of open fractures of the tibial shaft. *Clin Orthop Relat Res.* 1998(350):18-25.
48. Bunch TJ, Thalji MK, Pellikka PA, Aksamit TR. Respiratory failure in tetanus: case report and review of a 25-year experience. *Chest.* 2002;122(4):1488-92.
49. Rhee P, Nunley MK, Demetriades D, Velmahos G, Doucet JJ. Tetanus and trauma: a review and recommendations. *J Trauma.* 2005;58(5):1082-8.

50. Alagappan K, Rennie W, Narang V, Auerbach C. Immunologic response to tetanus toxoid in geriatric patients. *Ann Emerg Med.* 1997;30(4):459-62.
51. Nowotarski PJ, Turen CH, Brumback RJ, Scarboro JM. Conversion of external fixation to *intra medullary* nailing for fractures of the shaft of the femur in multiply injured patients. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82(6):781-8.
52. Dougherty PJ, Silverton C, Yeni Y, Tashman S, Weir R. Conversion from temporary external fixation to definitive fixation: shaft fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14(10 Spec No.):S124-7.
53. Zalavras CG, Patzakis MJ, Holtom P. Local antibiotic therapy in the treatment of open fractures and osteomyelitis. *Clin Orthop Relat Res.* 2004(427):86-93.
54. Champman MW. *Chapman's Orthopaedic Surgery* 3rd Ed. California: Lippincott William & Wilkins; 2001.
55. Solomon, L., Warwick, D.J., & Nayagam, S. 2001. *Apley's System of Orthopaedics and Fractures*, 8th edit OIn. New York: Oxford University Press.
56. Guidelines for preclinical evaluation and clinical trials in osteoporosis. World Health Organization Geneva. 1998
57. Brown JP, Josse RG. 2002 clinical practice guidelines for the diagnosis and management of osteoporosis in Canada. *CMAJ.* 2002;167:S1-34.
58. Rose SH, Melton LJ, 3rd, Morrey BF, Ilstrup DM, Riggs BL. Epidemiologic features of humeral fractures. *Clin Orthop.* 1982:24-30.
59. British Orthopaedic Association OIn. 2007. *The Care of Patient with Fragility Fracture.* British Orthopaedic Association OIn.
60. Cummings SR, San Martin J, McClung MR, et al. Denosumab for prevention of fractures in postmenopausal women with osteoporosis. *N Engl J Med.* 2009 Aug 20;361(8):756-765. [SEP]
61. Kothawala P, Badamgarav E, Ryu S, et al. Systematic review and meta-analysis of real-world adherence to drug therapy for osteoporosis. *Mayo Clin Proc.* 2007 Dec;82(12):1493-1501. [SEP]
62. Sinaki M. Osteoporosis. In: Braddom RL, et al, editors. *Physical Medicine and Rehabilitation.* 4th ed. Philadelphia: Elsevier, Inc; 2011. p.913-933.
63. Graham P, Adler RA, Bonner FJ, Kasturi G. The Prevention and Treatment of Osteoporosis. In: Frontera WR, et al, editors. *DeLisa's Physical Medicine and Rehabilitation: Principles and Practice.* 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010. p.979-1014.

64. Gosch M, Kammerlander C, Roth T, et al. Surgeons save bones: an algorithm for orthopedic surgeons managing secondary fracture prevention. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013 Aug;133(8):1101–1108. [SEP]
65. Anderson GL, Limacher M, Assaf AR, et al. Effects of conjugated equine *estrogen* in postmenopausal women with hysterectomy: the Women's Health Initiative randomized controlled trial. *JAMA*. 2004 Apr 14;291(14):1701–1712.
66. Gorter EA, Hamdy NAT, Appelman-Dijkstra NM, Schipper IB. The role of vitamin D in human fracture healing: a systematic review of the literature. *Bone* 2014:228–97.
67. Robinson CM. Fractures of the clavicle in the adult: epidemiology and classification. *J Bone Joint Surg (Br)*. 1998;80:476–84.
68. Zhang YZ. Clavicular fractures (Segment 15) [M]//Zhang YZ. *Clinical epidemiology of orthopedic trauma*. 1st ed. Stuttgart&New York: Thieme; 2012. p. 564–80.
69. Khan LA, Bradnock TJ, Scott C, Robinson CM. Fractures of the clavicle. *J Bone Joint Surg Am*. 2009;91:447–60.
70. Postacchini F, Gumina S, De Santis P, Albo F. Epidemiology of clavicle fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;11:452–6.
71. Nordqvist A, Petersson C. The incidence of fractures of the clavicle. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;300:127–32
72. Egol, K. et al. (2010) *Handbook of fractures* 4th edition. Lippincott williams & wilkins, a wolters kluwer business
73. Zhu Yanbin et. al. Meta-analysis of plate Fixation versus *intra medullary* fixation for the treatmentof mid-shaft clavicle fractures *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* (2015) 23:27
74. Emre et al. A comparison of the open reduction-internal fixation and resection arthroplasty techniques in treatment of Mason Type 3 radial head fractures. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica* 51 (2017) 118-122
75. Jones et al. Analysis of Operative versus Nonoperative Treatment of *Displace* Scapular Fractures. *Clin Orthop Relat Res* (2011) 469:3379–3389
76. Kristiansen, B.: Treatment of *displace* fractures of the proximal humerus: transcutaneous reduction and Hoffmann's external fixation. *Injury*, 20: 195, 1989
77. Horak, J., Nilsson, B. E.: Epidemiology of fracture of the upper end of the humerus. *Clin Orthop Relat Res*: 250, 1975

78. Court-Brown, C. M., Garg, A., McQueen, M. M.: The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand*, 72: 365, 2001
79. Court-Brown, C. M., Garg, A., McQueen, M. M.: The translated two-part fracture of the proximal humerus. Epidemiology and outcome in the older patient. *J Bone Joint Surg Br*, 83: 799, 2001
80. Court-Brown, C. M., Cattermole, H., McQueen, M. M.: Impacted valgus fractures (B1.1) of the proximal humerus. The results of non-operative treatment. *J Bone Joint Surg Br*, 84: 504, 2002
81. Wang et al. Meta-analysis of locking plate versus *intra medullary* nail for treatment of proximal humeral fractures. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* (2015) 10:122
82. Dai et al. Meta-analysis comparing locking plate fixation with hemiarthroplasty for complex proximal humeral fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol* (2014) 24:305–313
83. Houwelingen AV, McKee MD (2004) Management and Complications of Humeral Shaft Fractures. *University of Toronto Medical Journal*; 81:96-102.
84. Igbigbi PS, Manda K (2004) Epidemiology of humeral fractures in Malawi. *Int Orthop*; 28:338-41.
85. Scheerlinck T, Handelberg F (2002) Functional outcome after *intra medullary* nailing of humeral shaft fractures: comparison between *retrograde* Marchetti-Vicenzi and unreamed AO *antegrade* nailing. *J Trauma*; 52:60-71.
86. Tytherleigh-Strong G, Walls N, McQueen MM (1998) The epidemiology of humeral shaft fractures. *J Bone Joint Surg Br*; 80:249-53.
87. Papasoulis et al. Functional bracing of humeral shaft fractures. A review of clinical studies. *Injury, Int. J. Care Injured* 41 (2010) e21–e27
88. Ouyang et al. Plate versus *intra medullary* nail fixation in the treatment of humeral shaft fractures: an updated meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg* (2013) 22, 387-395
89. Githens et al. Open Reduction and Internal Fixation Versus Total Elbow Arthroplasty for the Treatment of Geriatric Distal Humerus Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Orthop Trauma* 2014;28:481–488
90. Carson S, Woolridge DP, Colletti J, et al (2006) Pediatric upper extremity injuries. *Pediatr Clin North Am*; 53:41-67.

91. Karlsson MK, Hasserijs R, Besjakov J, et al (2002) Comparison of tension-band and figure-of-eight wiring techniques for treatment of olecranon fractures. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*; 11:377-382.
92. Ark J, Jupiter JB (1993) The rationale for precise management of distal radius fractures. *Orthop Clin North Am*; 24:205-10.
93. Robertsson GO, Jonsson GT, Sigurjonsson K (1990) Epidemiology of distal radius fractures in Iceland in 1985. *Acta Orthop Scand*; 61:457-9.
94. Kakarlapudi TK, Santini A, Shahane SA, et al (2000) The cost of treatment of distal radial fractures. *Injury*; 31:229-32.
95. Fractures of the distal radius. In *Skeletal Trauma: Fractures, Dislocations, Ligamentous Injuries*. McMurry RY, Jupiter JB, Browner BD (1997). WB Saunders Co: Philadelphia.
96. Jian Wei Zhi, Ren Yi Ming. Efficacy and safety of tension band wiring versus plate fixation in olecranon fractures: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* (2016) 11:137
97. Mackay et al. The treatment of isolated ulnar fractures in adults: a systematic Review. *Injury, Int. J. Care Injured* 31 (2000) 565±570
98. Reinhardt et al. Comparison of *Intra medullary* Nailing to Plating for Both-Bone *Forearm* Fractures in Older Children. *J Pediatr Orthop* June 2008; 28:4
99. Levy et al. Outcomes of Long-arm Casting Versus Double-Sugar-Tong Splinting of Acute Pediatric Distal *Forearm* Fractures *J Pediatr Orthop* January 2015; 35, : 1.
100. Chaudhry et al. Are Volar Locking Plates Superior to Percutaneous K-wires for Distal Radius Fractures? A Meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res* (2015) 473:3017–3027.
101. Brotzman SB, Calandruccion JH, Jupiter JB. Hand and Wrist Injuries. In: Brotzman SB, Wilk KE, editors. *Clinical Orthopaedic Rehabilitation*. 2nd ed. Philadelphia: Mosby, Inc; 2003. p.60-66.
102. D'Amato M, Bach BR. Knee Injuries. In: Brotzman SB, Wilk KE, editors. *Clinical Orthopaedic Rehabilitation*. 2nd ed. Philadelphia: Mosby, Inc; 2003. p.357-361.
103. Function of the bones. 2017, 1 Agustus. Cited from <http://www.med-health.net/Functions-Of-Bones.html>.
104. Aukerman, Douglas F. 2017, 1 Agustus. Femur Injuries and Fractures. Cited from <http://emedicine.medscape.com/article/90779-overview#showall>

105. Interventions for treating fractures of the patella in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015 Feb;(2):CD009651.
106. Shepherd L, Abdollahi K, Lee J, et al (2002) The prevalence of soft tissue injuries in nonoperative tibial plateau fractures as determined by magnetic resonance imaging. *J Orthop Trauma*; 16(9):628–631.
107. Bhandari M, Audige L, Ellis T, et al (2003) Operative treatment of extra-articular proximal tibial fractures. *J Orthop Trauma*; 17:591–595.
108. Kudsk KA. Nutrition support for the patient with surgery, trauma, or sepsis. Dalam: Ross AC, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR, eds. *Modern Nutrition in Health and Disease*. Edisi ke-11. China: Lippincott Williams & Wilkins, 2014. Hal. 1273–97.
109. Bauer J, Biolo G, Cederholm T, Cesari M, Cruz-Jentoft AJ, et al. Evidence-based recommendation for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the prot-age study group. *Journal of the American Medical Directors Association* 2013:542 – 559.
110. Jones G. Vitamin D. Dalam: Ross AC, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR, eds. *Modern Nutrition in Health and Disease*. Edisi ke-11. China: Lippincott Williams & Wilkins, 2014. Hal. 278 – 92.
111. Bischoff-Ferrari H. Contribution of vitamin D to fracture prevention. *Journal fur Mineralstoffwechsel & Muskuloskelettale Erkrankungen* 2010;17,34–38.
112. van den Bergh JJPW, Bidar SS, Bours S, van Geel TACM, Geusens PPMM. Need of calcium and vitamin D in patients after a recent fracture. *Food and Nutrition Sciences* 2012;3:539–47.
113. Weaver CM, Heane RP. Calcium. Dalam: Ross AC, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR, eds. *Modern Nutrition in Health and Disease*. Edisi ke-11. China: Lippincott Williams & Wilkins, 2014. Hal. 133–49.
114. Sadighi A, Roehan MM, Moradi A, Ostadrahim A. The effects of zinc supplementation on serum zinc, alkaline phosphatase activity and fracture healing of bones. *Saudi Med J.* 2008;29(12);1836.
115. King JC, Cousins RJ. Zinc. Dalam: Ross AC, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR, eds. *Modern Nutrition in Health and Disease*. Edisi ke-11. China: Lippincott Williams & Wilkins, 2014. Hal. 189–203.
116. Collins JF. Copper. Dalam: Ross AC, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR, eds. *Modern Nutrition in Health and Disease*. Edisi ke-11. China: Lippincott Williams & Wilkins, 2014. Hal. 206 – 15.

117. Rude RK. Magnesium. Dalam: Ross AC, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR, eds. *Modern Nutrition in Health and Disease*. Edisi ke-11. China: Lippincott Williams & Wilkins, 2014. Hal. 169–176.
118. Alpers MD, Stenson WF, Taylor BE, Bier DM. *Manual of nutritional therapeutics*. Edisi ke-5. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.
119. Ross AC. Vitamin A. Dalam: Ross AC, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR, eds. *Modern Nutrition in Health and Disease*. Edisi ke-11. China: Lippincott Williams & Wilkins, 2014. Hal. 260–277.
120. Stechmiller JK. Understanding the role of nutrition and wound healing. *Nutrition in Clinical Practice*, 2010.
121. Levine M, Padayatty SJ. Vitamin C. Dalam: Ross AC, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR, eds. *Modern Nutrition in Health and Disease*. Edisi ke-11. China: Lippincott Williams & Wilkins, 2014. Hal. 399–415.
122. Boulatta J, Carney LN, Guenter P. *Enteral Nutrition Handbook*. USA: American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, 2010.
123. Busam ML, Esther RJ, Obremsky WT. *Hardware removal: Indication and expectasions*, 2006.
124. National institute of health US Department of Health and Human Service. *Stem Cell Basics*. Maryland: National institute of health US Department of Health and Human Service; Available from: <http://stemcells.nih.gov/staticresources/info/basics/SCprimer2009.pdf>
125. Peter V. Giannoudis, Thomas A. Einhorn, David Marsh. Fracture healing: The diamond concept. *Injury, Int. J. Care Injured* (2007) 38S4, S3-S6
126. Verrier S, Alini M., Effect of dynamization on Critical size bone defect healing. AO research institute; Available from: https://www.aofoundation.org/Structure/research/exploratory-applied-research/exploratory-research/collaborative-program/research-lbdh/Documents/DynaBone_Abstract.pdf
127. H.D. Ismail, P. Phedy, E. Kholinne, et al. Mesenchymal stem cell implantation in atrophic nonunion of the long bones. *Bone Joint Res* 2016;5:287–293. doi: 10.1302/2046-3758.57. 2000587
128. Yun Liao, Xiao-Long Zhang, Ling Li, Fu-Ming Shen, Ming-Kang Zhong. Stem cell therapy for bone repair: a systematic review and meta-analysis of

- preclinical studies with large animal models. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 19 Maret 2014 78:4 / 718–726.
129. Tevlin R, Walmsley GG, Marecic O, Hu MS, Wan DC, Longaker MT. Stem and Progenitor Cells: Advancing Bone Tissue Engineering. *Drug delivery and translational research*. 2016;6(2):159-173. doi:10.1007/s13346-015-0235-1.
130. Ismail Hadisoebroto Dilogo, Muhammad Rizqi Adhi Primaputra, Jeanne Adiwinata Pawitan, Isabella Kurnia Liem. Modified Masquelet technique using allogeneic umbilical cord-derived mesenchymal stem cells for infected non-union femoral shaft fracture with a 12 cm bone defect: A case report. *International Journal of Surgery Case Reports* 34 (2017) 11–16
131. Fayaz HC, Giannoudis PV, Vrahas MS, et al. The role of stem cells in fracture healing and nonunion. *International Orthopaedics*. 2011;35(11):1587-1597. doi:10.1007/s00264-011-1338-z.
132. [Masquelet AC](#), [Fitoussi F](#), [Begue T](#), [Muller GP](#). Reconstruction of the long bones by the induced membrane and spongy autograft. [Ann Chir Plast Esthet](#). 2000 Jun;45(3):346-53.
133. N.G. Lasanianos, N.K. Kanakaris, P.V. Giannoudis, Current management of long bone large segmental defects, *Orthop. Trauma*. 24 (2010) 149–163, <http://dx.doi.org/10.1016/j.mpth.2009.10.003>.
134. H.D. Ismail, Fauzi K.A., Gunawan B., Rawung V.R. Autologous mesenchymal stem cell (MSCs) transplantation for critical-sized bone defect following a wide excision of osteofibrous dysplasia. *International Journal of Surgery Case Reports*. 5 Nov 2015.
135. Zhi-Yong Zhang, Ai-Wen Huang, Jun Jun Fan, Kuanhai Wei, Dan Jin, Bin Chen, Dan Li, Long Bi, Jun Wang, and Guoxian Pei. The Potential Use of Allogeneic Platelet-Rich Plasma for Large Bone Defect Treatment: Immunogenicity and Defect Healing Efficacy. *Cell Transplantation*, Vol. 22, pp. 175–187, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.3727/096368912X653183>
136. Xiao Hui Zou, Hong Xin Cai, Zi Yin, Xiao Chen, Yang Zi Jiang, Hu Hu, and Hong Wei Ouyang. A Novel Strategy Incorporated the Power of Mesenchymal Stem Cells to Allografts for Segmental Bone Tissue Engineering. *Cell Transplantation*, Vol. 18, pp. 433–441, 2009.
137. Gang HC., Yang YW., Chang JL., Chen HS. and Wei SW. Efficacy of mesenchymal stem cells in treating patients with osteoarthritis of the knee: A meta analysis. *EXPERIMENTAL AND THERAPEUTIC MEDICINE* 12: 3390-3400, 2016.

138. Antonic A, Sena ES, Lees JS, Wills TE, Skeers P, et al. (2013) Stem Cell Transplantation in Traumatic Spinal Cord Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis of Animal Studies. *PLoS Biol* 11(12): e1001738. doi:10.1371/journal.pbio.1001738
139. Shroff G, Gupta R. Human embryonic stem cells in the treatment of patients with spinal cord injury. *Annals of Neurosciences*. 2015;22(4):208-216. doi:10.5214/ans.0972.7531.220404.
140. AO Classification. 1 Agustus. Cited from: <https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgery>
141. Karpouzou A, Diamantis E, Farmaki P, Savvanis S, Troupis T. Nutritional Aspects of Bone Health and Fracture Healing. *Jou of Osteoporosis*, 2017.
142. Dai Z, Koh WP. B-Vitamins and Bone Health –A Review of the Current Evidence. *Nutr*. 2015; 7:3322 – 46.

MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA,

ttd

NILA FARID MOELOEK