

Cubitus Varus Following Pediatric Supracondylar Humeral Fracture: A Narrative Review of Pathogenesis, Diagnosis, and Contemporary Management

Elyana Tabina Astariyati^{1*}, Dinni Anisa Ishabil¹, Ni Putu Ayu Sanchita Ardyani¹, Adhwa Renata¹, Juan Maolidi¹, Noor Hidayani Rezky Mulya¹, Anom Josafat¹

¹Program Studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

Article History

Received : July 27th, 2026

Revised : August 10th, 2026

Accepted : August 20th, 2026

*Corresponding Author:

Elyana Tabina Astariyati

Program Studi Kedokteran,
Fakultas Kedokteran dan Ilmu
Kesehatan, Universitas
Mataram, Mataram, Nusa
Tenggara Barat, Indonesia
Email:

elyanatabinaa@gmail.com

Abstract: Cubitus varus, or gunstock deformity, is a three-dimensional post-traumatic elbow deformity most commonly associated with malunion after pediatric supracondylar humeral fracture. The deformity combines coronal varus, sagittal hyperextension, and internal rotation and may be associated with pain, motion limitation, instability, ulnar nerve symptoms, and cosmetic concerns. This narrative review synthesizes international peer-reviewed evidence published from 2016 through August 2026 on pathogenesis, clinical assessment, imaging, and contemporary management. Literature was identified through PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, Frontiers, and Google Scholar using terms related to cubitus varus, supracondylar humeral fracture, distal humeral malunion, corrective osteotomy, guided growth, and three-dimensional planning. Recent evidence supports malunion after inadequate reduction or loss of alignment as the principal mechanism, while the limited remodeling capacity of coronal and rotational deformity contributes to persistence. Diagnosis requires comparison with the contralateral elbow, range-of-motion and neurovascular examination, stability assessment, and radiographic evaluation, including humerus-elbow-wrist and Baumann angles. Observation is appropriate for selected mild asymptomatic deformities. Symptomatic, functionally limiting, unstable, neurologically complicated, severe, or unacceptable cosmetic deformities are generally treated with distal humeral corrective osteotomy. Contemporary techniques include lateral closing-wedge, dome, step-cut, reverse-V, and multiplanar osteotomies. Three-dimensional planning and patient-specific guides improve the accuracy of complex correction, while guided growth is an option for carefully selected skeletally immature children. Treatment should be individualized according to deformity pattern, symptoms, skeletal maturity, and surgical expertise.

Keywords: corrective osteotomy, cubitus varus, gunstock deformity, supracondylar humeral fracture, three-dimensional planning.

Pendahuluan

Fraktur suprakondiler humerus merupakan salah satu cedera siku tersering pada anak dan memerlukan penilaian neurovaskular, reduksi yang tepat, serta pemeliharaan alignment selama penyembuhan. Kualitas reduksi distal humerus penting karena perubahan alignment setelah fraktur dapat memengaruhi carrying angle, gerak siku, stabilitas, dan fungsi ekstremitas atas. Perkembangan teknik fiksasi modern telah

meningkatkan kestabilan fraktur, tetapi deformitas pascatrauma tetap menjadi masalah klinis yang perlu dikenali sejak masa tindak lanjut (Dalrymple et al., 2024; Duffy et al., 2021; Higuchi et al., 2024).

Cubitus varus atau gunstock deformity paling sering berkembang akibat malunion setelah fraktur suprakondiler humerus pada anak. Deformitas ini bersifat tiga dimensi, yaitu kombinasi varus pada bidang koronal, hiperekstensi pada bidang sagital, dan rotasi

internal distal humerus. Karena remodeling distal humerus terhadap komponen koronal dan rotasional terbatas, deformitas yang terbentuk dapat menetap hingga remaja atau dewasa. Selain perubahan kosmetik, cubitus varus dapat berhubungan dengan gangguan rentang gerak, nyeri, instabilitas rotatori posterolateral, gejala nervus ulnaris, dan gangguan biomekanik siku (Ho, 2017; Miyake *et al.*, 2024).

Permasalahan klinis utama ialah tidak semua cubitus varus memiliki pola deformitas, gejala, atau kebutuhan koreksi yang sama. Risiko malunion dipengaruhi oleh derajat cedera awal, kualitas reduksi, dan kemampuan fiksasi mempertahankan alignment. Pada deformitas yang sudah menetap, berbagai osteotomi korektif memberikan hasil yang baik, tetapi belum terdapat satu teknik yang unggul untuk seluruh pasien. Perbedaan konfigurasi deformitas, usia skeletal, lateral condylar prominence, kebutuhan koreksi rotasi, serta profil komplikasi membuat pemilihan teknik tetap menjadi tantangan (Hasan *et al.*, 2023; Hoffman *et al.*, 2024; Kurniawan *et al.*, 2026; Masquijo *et al.*, 2024).

State of the art penatalaksanaan saat ini bergerak dari koreksi dua dimensi menuju penilaian deformitas multiplanar, perencanaan berbasis rekonstruksi tiga dimensi, patient-specific instrumentation, serta guided growth pada anak dengan sisa pertumbuhan yang memadai. Bukti terbaru juga memperbarui perbandingan lateral closing-wedge, step-cut, dome, reverse-V, dan osteotomi multiplanar. Meskipun demikian, literatur masih didominasi studi retrospektif, seri kasus, dan variasi teknik yang luas. Tinjauan ini bertujuan mengintegrasikan bukti jurnal internasional 10 tahun terakhir mengenai patogenesis, manifestasi klinis, diagnosis, dan penatalaksanaan cubitus varus pascatrauma setelah fraktur suprakondiler humerus pada anak, dengan penekanan pada pemilihan terapi berdasarkan pola deformitas, gejala, maturitas skeletal, akurasi koreksi, dan risiko komplikasi. Sintesis ini penting untuk membantu klinisi mengenali pasien yang memerlukan observasi, rujukan, atau koreksi operatif secara lebih terarah.

Bahan dan Metode

Artikel ini disusun sebagai narrative review. Penelusuran literatur dilakukan untuk

publikasi Januari 2016 sampai Agustus 2026 melalui PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, Frontiers, dan Google Scholar. Strategi pencarian menggunakan kombinasi istilah dan operator Boolean: ("cubitus varus" OR "gunstock deformity") AND ("supracondylar humeral fracture" OR "distal humerus malunion") AND (pathogenesis OR diagnosis OR osteotomy OR "three-dimensional planning" OR "patient-specific instrument" OR "guided growth"). Penelusuran daftar referensi dari artikel utama juga dilakukan untuk menemukan publikasi jurnal lain yang relevan dalam rentang waktu yang sama.

Artikel dipertimbangkan bila merupakan artikel jurnal internasional peer-reviewed berupa penelitian klinis, studi radiologis atau biomekanik, randomized trial, systematic review, meta-analysis, atau tinjauan klinis yang relevan langsung dengan cubitus varus pascatrauma, terutama pada populasi pediatrik. Publikasi sebelum 2016, sumber nonjurnal, artikel nonilmiah, duplikat, dan publikasi tanpa relevansi langsung dikeluarkan. Judul dan abstrak ditelaah terlebih dahulu, kemudian artikel yang relevan dinilai melalui teks lengkap. Temuan disintesis secara tematik ke dalam definisi dan epidemiologi, patogenesis, manifestasi klinis, diagnosis, penatalaksanaan, serta implikasi klinis. Karena desainnya naratif dan heterogenitas studi tinggi, meta-analysis serta penilaian risiko bias formal tidak dilakukan.

Hasil dan Pembahasan

Definisi dan Epidemiologi

Cubitus varus merupakan deformitas angular siku yang membuat lengan bawah menyimpang ke medial akibat berkurang atau hilangnya carrying angle fisiologis. Istilah gunstock deformity digunakan karena bentuk siku tampak khas saat lengan diekstensikan. Secara morfologis, deformitas tidak terbatas pada varus koronal, tetapi sering disertai hiperekstensi dan rotasi internal distal humerus. Analisis tiga dimensi menunjukkan bahwa besar komponen rotasional dan sagital berbeda antar pasien, sehingga evaluasi radiografi koronal saja tidak selalu menggambarkan keseluruhan deformitas (Ho, 2017; Miyake *et al.*, 2024).

Pada anak, cubitus varus paling sering merupakan sekuele malunion setelah fraktur

suprakondiler humerus tipe ekstensi. Mekanisme yang paling konsisten ialah penyembuhan fragmen distal dalam alignment yang tidak anatomis setelah reduksi yang tidak memadai atau kehilangan reduksi selama imobilisasi atau fiksasi. Remodeling setelah penyembuhan lebih nyata pada bidang sagital dibandingkan bidang koronal dan rotasional, sehingga komponen varus dapat menetap meskipun anak masih bertumbuh (Duffy *et al.*, 2021; Micheloni *et al.*, 2021; Miyake *et al.*, 2024).

Cubitus varus juga dapat ditemukan setelah fraktur kondilus lateral humerus. Pada kondisi ini, klinisi perlu membedakan true cubitus varus dan pseudo-cubitus varus. True cubitus varus menunjukkan perubahan angulasi varus pada radiografi, sedangkan pseudo-cubitus varus dapat tampak secara klinis akibat lateral condylar overgrowth atau spur tanpa perubahan angular bermakna. Radiografi komparatif dengan sisi kontralateral membantu membedakan kedua kondisi tersebut (Kim *et al.*, 2023).

Frekuensi deformitas pascatrauma berbeda antarseri karena dipengaruhi derajat dislokasi awal, kualitas reduksi, konfigurasi pinning, stabilitas fiksasi, dan lama follow-up. Tata laksana fraktur suprakondiler modern menekankan reduksi yang akurat serta fiksasi yang mempertahankan alignment. Meta-analysis dan systematic review terbaru menunjukkan bahwa strategi pinning memiliki profil stabilitas dan risiko cedera saraf yang berbeda, sehingga kontrol alignment selama penyembuhan tetap penting untuk mencegah malunion (Hasan *et al.*, 2023; Higuchi *et al.*, 2024; Micheloni *et al.*, 2021).

Patogenesis dan Patofisiologi

Patogenesis cubitus varus terutama berkaitan dengan penyembuhan distal humerus dalam posisi yang tidak anatomis. Pergeseran dan rotasi fragmen distal yang tidak terkoreksi dapat menghasilkan kombinasi varus, hiperekstensi, dan rotasi internal. Setelah malunion terbentuk, kapasitas remodeling terhadap deformitas koronal dan rotasional terbatas. Analisis tiga dimensi terbaru menunjukkan bahwa remodeling pascafraktur lebih dominan pada arah sagital, sehingga koreksi spontan komponen varus tidak dapat diandalkan (Miyake *et al.*, 2024).

Komponen varus mengubah carrying

angle fisiologis, sedangkan hiperekstensi memengaruhi arkus fleksi-ekstensi. Rotasi internal distal humerus mengubah orientasi permukaan artikular serta hubungan otot dan ligamen di sekitar siku. Pada deformitas kompleks, koreksi satu bidang berisiko menyisakan malalignment rotasional atau sagital. Karena itu, pemetaan tiga dimensi membantu menentukan lokasi dan besar koreksi pada kasus multiplanar (Miyake *et al.*, 2024; Oka *et al.*, 2024).

Perubahan alignment kronis dapat mengubah distribusi beban serta vektor gaya di sekitar kompleks lateral siku. Literatur klinis modern menegaskan bahwa cubitus varus bukan sekadar masalah kosmetik karena dapat berhubungan dengan nyeri, instabilitas, keterbatasan fungsi, dan posterolateral rotatory instability pada sebagian pasien. Keluhan mekanik perlu dinilai terutama pada pasien dengan deformitas lama atau gejala saat menumpu pada tangan (Ho, 2017).

Deformitas kronis juga dapat berkaitan dengan gangguan nervus ulnaris. Mekanisme yang dilaporkan mencakup perubahan lintasan saraf, subluksasi, snapping medial triceps, dan perubahan regangan saraf selama gerak siku. Studi kadaverik menunjukkan bahwa konfigurasi varus atau valgus memengaruhi strain nervus ulnaris selama fleksi. Karena itu, evaluasi sensorik, motorik, dan stabilitas nervus ulnaris penting pada pasien dengan parestesia atau kelemahan tangan (Ho, 2017; Nagashima *et al.*, 2022).

Manifestasi Klinis

Temuan klinis yang paling mudah dikenali ialah lengan bawah tampak menyimpang ke medial saat siku diekstensikan. Deformitas dinilai dengan pasien berdiri, kedua siku ekstensi, dan lengan bawah supinasi. Perbandingan dengan sisi kontralateral penting karena carrying angle memiliki variasi individual. Pemeriksaan perlu mendokumentasikan deformitas koronal, kemungkinan hiperekstensi, rotasi, bekas operasi, serta asimetri bahu dan lengan (Ho, 2017).

Tidak semua pasien mengalami nyeri atau gangguan fungsi berat. Sebagian mencari pertolongan karena masalah kosmetik, tetapi evaluasi tidak boleh berhenti pada tampilan.

Keluhan yang perlu digali meliputi kehilangan fleksi atau ekstensi, kelemahan saat aktivitas, nyeri lateral, rasa tidak stabil, snapping sisi medial, dan parestesia pada distribusi nervus ulnaris. Dampak terhadap aktivitas dan persepsi kosmetik pasien atau keluarga juga perlu didokumentasikan sebelum memilih terapi (Ho, 2017; Hoffman *et al.*, 2024).

Instabilitas rotatori posterolateral perlu dicurigai pada pasien dengan nyeri lateral kronis, sensasi siku bergeser, atau keluhan saat bertumpu pada tangan. Pada remaja dan dewasa muda dengan deformitas lama, gejala mekanik dapat muncul bertahun-tahun setelah cedera awal. Pemeriksaan stabilitas lateral dan riwayat gejala mekanik membantu menentukan apakah deformitas sudah menimbulkan konsekuensi fungsional yang memerlukan rujukan atau koreksi (Ho, 2017).

Pemeriksaan neurovaskular perlu mencakup fungsi motorik dan sensorik nervus ulnaris, medianus, dan radialis. Pemeriksaan nervus ulnaris penting pada pasien dengan baal jari keempat dan kelima, kelemahan otot intrinsik tangan, atau nyeri di sekitar cubital tunnel. Pemeriksaan dinamis juga menilai subluksasi nervus ulnaris atau snapping medial triceps saat fleksi dan ekstensi. Prinsip dokumentasi neurovaskular yang sistematis juga penting sejak fase awal fraktur suprakondiler pada anak (Dalrymple *et al.*, 2024; Graff *et al.*, 2023).

Diagnosis dan Pemeriksaan Penunjang

Diagnosis cubitus varus dimulai dari anamnesis yang terarah. Informasi utama meliputi riwayat trauma siku, usia saat cedera, tipe terapi awal, lama imobilisasi, riwayat operasi, waktu deformitas mulai terlihat, nyeri, keterbatasan gerak, gejala mekanik, rasa tidak stabil, dan gejala neurologis. Pemeriksaan fisik kemudian menilai carrying angle secara bilateral, rentang gerak aktif dan pasif, kekuatan, stabilitas siku, serta fungsi saraf perifer (Dalrymple *et al.*, 2024; Ho, 2017).

Radiografi polos anteroposterior dan lateral merupakan pemeriksaan dasar untuk mengonfirmasi deformitas dan menilai alignment distal humerus. Bila memungkinkan, pengukuran dibandingkan dengan sisi kontralateral. Parameter yang digunakan meliputi humerus-elbow-wrist angle, Baumann angle, shaft-condylar angle, lateral

capitellohumeral angle, dan lateral condylar prominence index. Humerus-elbow-wrist angle menggambarkan alignment koronal keseluruhan, sedangkan foto lateral membantu menilai hiperekstensi atau recurvatum (Ho, 2017; Masquijo *et al.*, 2024).

Baumann angle membantu menilai alignment koronal distal humerus, terutama dalam konteks fraktur suprakondiler pediatrik. Perbedaan terhadap sisi normal mendukung adanya malalignment. Pada deformitas kompleks, komponen rotasi besar, kasus revisi, atau rencana osteotomi multiplanar, CT dengan rekonstruksi tiga dimensi memberikan pemetaan anatomi yang lebih rinci untuk simulasi koreksi dan penentuan bidang osteotomi (Alonso *et al.*, 2024; Oka *et al.*, 2024; Xue *et al.*, 2023).

Diagnosis banding mencakup deformitas kongenital, deformitas setelah fraktur kondilus lateral, gangguan pertumbuhan distal humerus, osteonekrosis trochlea, serta kelainan tulang lain yang mengubah carrying angle. Riwayat fraktur kondilus lateral memerlukan perhatian khusus karena lateral overgrowth atau spur dapat menimbulkan pseudo-cubitus varus tanpa angulasi varus sejati pada radiografi (Kim *et al.*, 2023).

Penatalaksanaan Terkini

Penatalaksanaan disesuaikan dengan derajat deformitas, usia dan maturitas skeletal, sisa pertumbuhan, gejala, fungsi, stabilitas, status nervus ulnaris, serta preferensi pasien dan keluarga. Deformitas ringan tanpa nyeri, gangguan fungsi, instabilitas, atau keluhan kosmetik bermakna dapat diobservasi dengan evaluasi berkala. Malunion koronal yang sudah menetap memiliki potensi remodeling terbatas, sehingga pasien perlu diberi informasi mengenai kemungkinan persistensi deformitas (Ho, 2017; Miyake *et al.*, 2024).

Koreksi operatif dipertimbangkan pada deformitas kosmetik yang tidak dapat diterima, gangguan fungsi, nyeri, instabilitas, neuropati, atau deformitas berat. Prosedur utama ialah osteotomi korektif distal humerus. Sasaran koreksi mencakup pemulihan carrying angle, perbaikan komponen sagital dan rotasional bila bermakna, stabilitas siku, rentang gerak, serta kontur distal humerus yang dapat diterima. Pemilihan teknik perlu mempertimbangkan pola deformitas dan risiko komplikasi, bukan hanya

besar sudut varus (Bauer *et al.*, 2016; Hoffman *et al.*, 2024).

Lateral closing-wedge osteotomy tetap menjadi teknik yang paling sering dilaporkan karena relatif sederhana dan efektif untuk deformitas dominan koronal. Keterbatasannya meliputi lateral condylar prominence, undercorrection, overcorrection, dan kehilangan koreksi. Systematic review terbaru menunjukkan bahwa step-cut, dome, reverse-V, distraction osteogenesis, dan osteotomi multiplanar juga memberikan hasil yang baik pada indikasi yang tepat, tetapi perbandingan langsung antarteknik masih dipengaruhi heterogenitas pasien dan metode evaluasi (Greenhill *et al.*, 2019; Hoffman *et al.*, 2024; Khurana *et al.*, 2024; Kurniawan *et al.*, 2026).

Teknik dome dan step-cut menawarkan alternatif untuk mengurangi lateral prominence atau meningkatkan kontak dan stabilitas tulang. Closed dome osteotomy telah menunjukkan hasil klinis dan radiologis yang baik pada seri pediatrik. Modified reverse step-cut dan reverse-V osteotomy juga memberikan koreksi klinis, radiologis, dan kosmetik yang sebanding dalam randomized trial. Pada deformitas berat, shortening dome osteotomy menjadi salah satu pilihan untuk memperoleh koreksi multiplanar dengan kontak tulang yang memadai (Kumar *et al.*, 2022; Liu *et al.*, 2023a; Singh *et al.*, 2023; Vashisht *et al.*, 2020; Verka *et al.*, 2017).

Fiksasi setelah osteotomi dapat menggunakan K-wire, sekrup, plate, atau fiksator eksternal sesuai usia, kualitas tulang, dan konfigurasi osteotomi. Studi komparatif menunjukkan bahwa pilihan metode fiksasi memengaruhi kestabilan, kebutuhan imobilisasi, dan profil komplikasi. Modifikasi lateral closing-wedge juga dikembangkan untuk mempertahankan koreksi dan mengurangi lateral condylar prominence. Karena itu, stabilitas konstruksi dan kemampuan mempertahankan alignment harus dipertimbangkan bersama dengan teknik osteotomi (Liu *et al.*, 2023b; Masquijo *et al.*, 2024; Shi *et al.*, 2022; Su *et al.*, 2022).

Perencanaan tiga dimensi menjadi perkembangan penting pada deformitas multiplanar. Rekonstruksi CT memungkinkan

simulasi osteotomi, penilaian koreksi rotasi, dan pembuatan patient-specific guide atau patient-matched instrument. Studi terbaru menunjukkan bahwa pendekatan berbantuan komputer meningkatkan kemampuan mereproduksi rencana koreksi pada kasus kompleks dan membantu verifikasi kelayakan osteotomi sebelum tindakan (Alonso *et al.*, 2024; Oka *et al.*, 2024; Xue *et al.*, 2023; Zou *et al.*, 2024).

Bukti terkini mendukung manfaat 3D-printed surgical guides dalam meningkatkan presisi koreksi, tetapi kualitas bukti masih terbatas oleh dominasi studi retrospektif dan ukuran sampel kecil. Systematic review dan meta-analysis terbaru melaporkan proporsi luaran baik hingga excellent yang tinggi dengan angka komplikasi rendah pada teknik berbasis panduan 3D. Teknologi ini sebaiknya diposisikan sebagai alat bantu perencanaan dan eksekusi, sementara prinsip osteotomi yang tepat, fiksasi stabil, dan rehabilitasi tetap menentukan hasil akhir (Salkhori *et al.*, 2026).

Guided growth melalui lateral distal humeral hemiepiphysiodesis merupakan pilihan yang lebih minimal invasif pada anak terpilih dengan deformitas ringan sampai sedang dan sisa pertumbuhan yang memadai. Koreksi terjadi secara bertahap sehingga keberhasilan bergantung pada potensi pertumbuhan, besar deformitas, serta pemantauan serial. Hasil medium sampai long-term mendukung teknik ini pada pasien terpilih, tetapi indikasinya lebih sempit dibandingkan osteotomi korektif (Martínez-Álvarez *et al.*, 2023).

Ringkasan Pemilihan Pendekatan

Pemilihan pendekatan perlu mempertimbangkan komponen koronal, sagital, dan rotasional, maturitas skeletal, gejala, stabilitas siku, status nervus ulnaris, serta pengalaman operator. Tidak ada satu osteotomi yang konsisten unggul untuk semua pola deformitas. Systematic review terbaru menekankan bahwa tiap teknik memiliki keunggulan dan keterbatasan berbeda pada koreksi sudut, kontur lateral, rentang gerak, dan komplikasi (Hoffman *et al.*, 2024; Kurniawan *et al.*, 2026).

Tabel 1. Ringkasan pendekatan penatalaksanaan cubitus varus

Pendekatan	Indikasi dan pertimbangan utama
Observasi dan edukasi	Deformitas ringan tanpa nyeri, gangguan fungsi, instabilitas, gejala neurologis, atau keluhan kosmetik bermakna. Tidak mengoreksi malunion dan memerlukan evaluasi klinis berkala.
Lateral closing-wedge osteotomy	Pilihan umum untuk deformitas dominan koronal. Teknik relatif sederhana, tetapi berisiko lateral condylar prominence, undercorrection, overcorrection, atau kehilangan koreksi bila fiksasi tidak stabil.
Dome, step-cut, reverse-V, atau multiplanar osteotomy	Dipertimbangkan bila diperlukan koreksi kontur, kontak tulang yang luas, stabilitas intrinsik, atau koreksi multiplanar. Teknik lebih kompleks dan hasil bergantung pada perencanaan serta pengalaman operator.
Perencanaan 3D dan patient-specific guide	Bermanfaat pada deformitas kompleks, komponen rotasi besar, atau operasi revisi. Meningkatkan akurasi reproduksi rencana koreksi, tetapi menambah sumber daya dan bukti komparatif masih didominasi studi retrospektif.
Guided growth	Pilihan pada anak terpilih dengan deformitas ringan sampai sedang dan sisa pertumbuhan memadai. Koreksi berlangsung bertahap dan memerlukan pemantauan pertumbuhan serta posisi implan.

Untuk deformitas dominan koronal, teknik konvensional yang terencana baik tetap memberikan hasil memadai. Pada deformitas multiplanar, komponen rotasi besar, atau kasus revisi, perencanaan tiga dimensi dan panduan spesifik pasien lebih relevan. Keputusan penggunaan teknologi 3D perlu mempertimbangkan kompleksitas deformitas, ketersediaan fasilitas, biaya, serta pengalaman tim karena bukti komparatif berkualitas tinggi masih terbatas (Alonso *et al.*, 2024; Oka *et al.*, 2024; Salkhori *et al.*, 2026).

Rehabilitasi pascaoperasi bertujuan mempertahankan hasil koreksi sekaligus mencegah kekakuan. Lama imobilisasi dan waktu memulai active range of motion disesuaikan dengan stabilitas fiksasi dan penyembuhan osteotomi. Follow-up perlu menilai union, carrying angle, rentang gerak, kontur lateral, stabilitas, status neurologis, dan kemungkinan kehilangan koreksi. Protokol pascaoperasi bervariasi antar teknik sehingga harus mengikuti stabilitas konstruksi dan evaluasi klinis-radiologis pasien (Greenhill *et al.*, 2019; Masquijo *et al.*, 2024; Shi *et al.*, 2022).

Keterbatasan Tinjauan

Tinjauan ini menggunakan pendekatan naratif tanpa penilaian risiko bias formal. Walaupun sumber dibatasi pada jurnal

internasional peer-reviewed dalam 10 tahun terakhir, sebagian besar bukti spesifik mengenai cubitus varus tetap berasal dari studi retrospektif, seri kasus, dan cohort dengan ukuran sampel terbatas. Teknik operasi, usia pasien, derajat deformitas, lama follow-up, serta ukuran luaran berbeda antarstudi. Perbandingan langsung antarteknik perlu ditafsirkan secara hati-hati. Penelitian prospektif multisenter dengan pengukuran tiga dimensi, patient-reported outcomes, definisi komplikasi yang seragam, dan follow-up jangka panjang masih diperlukan.

Implikasi Klinis bagi Dokter Umum

Dokter umum berperan dalam mengenali deformitas setelah trauma siku anak dan menentukan kebutuhan rujukan. Pasien dengan riwayat fraktur suprakondiler humerus perlu dievaluasi bila tampak perubahan carrying angle, asimetri siku, keterbatasan gerak, nyeri, gejala mekanik, atau gangguan neurologis. Pemeriksaan neurovaskular yang sistematis dan dokumentasi radiografi sejak fase cedera membantu mengenali komplikasi serta masalah alignment lebih awal (Dalrymple *et al.*, 2024; Graff *et al.*, 2023).

Kewaspadaan juga diperlukan pada remaja atau dewasa dengan riwayat trauma siku masa kecil yang datang dengan deformitas, nyeri lateral, sensasi tidak stabil, atau gejala nervus

ulnaris. Cubitus varus lama dapat memiliki konsekuensi biomekanik meskipun deformitas awal dianggap kosmetik. Hubungan antara riwayat trauma, perubahan alignment, gejala mekanik, dan status neurologis membantu menentukan kebutuhan evaluasi ortopedi lebih lanjut (Ho, 2017).

Kesimpulan

Cubitus varus atau gunstock deformity merupakan deformitas siku tiga dimensi yang paling sering berkembang akibat malunion setelah fraktur suprakondiler humerus pada anak. Deformitas mencakup varus koronal, hiperekstensi sagital, dan rotasi internal dengan derajat yang berbeda antar pasien. Masalah klinis tidak terbatas pada kosmetik karena sebagian pasien mengalami nyeri, keterbatasan gerak, instabilitas, atau gejala nervus ulnaris. Remodeling spontan terhadap komponen koronal dan rotasional terbatas sehingga deformitas menetap memerlukan penilaian individual.

Diagnosis memerlukan anamnesis trauma, pemeriksaan carrying angle bilateral, rentang gerak, stabilitas, status neurovaskular, dan radiografi komparatif. Deformitas ringan tanpa gejala dapat diobservasi, sedangkan deformitas simptomatik, berat, tidak stabil, neurologis, fungsional, atau kosmetik yang tidak dapat diterima umumnya memerlukan osteotomi korektif distal humerus. Lateral closing-wedge, dome, step-cut, reverse-V, dan osteotomi multiplanar memiliki indikasi serta keterbatasan berbeda. Perencanaan tiga dimensi dan patient-specific guide meningkatkan presisi pada kasus kompleks, sedangkan guided growth sesuai untuk sebagian anak dengan sisa pertumbuhan memadai. Pemilihan terapi harus mengikuti pola deformitas, maturitas skeletal, gejala, tujuan pasien, dan keahlian pusat layanan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan akademik dalam penyusunan tinjauan ini.

Referensi

Alonso, E., Victoria, C., Touati, N., Vialle, R., Fitoussi, F., & Bachy, M. (2024).

Computer aided multiplanar osteotomy using patient specific instrumentation to treat cubitus varus in children. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 110(8), 103808. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2023.103808>

Bauer, A. S., Pham, B., & Lattanza, L. L. (2016). Surgical correction of cubitus varus. *The Journal of Hand Surgery*, 41(3), 447-452. <https://doi.org/10.1016/j.jhbsa.2015.12.019>

Dalrymple, J., Ahluwalia, A., & Prinja, A. (2024). Paediatric supracondylar fractures: Assessment and management. *British Journal of Hospital Medicine*, 85(2), 1-7. <https://doi.org/10.12968/hmed.2023.0112>

Duffy, S., Flannery, O., Gelfer, Y., & Monsell, F. (2021). Overview of the contemporary management of supracondylar humeral fractures in children. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, 31(5), 871-881. <https://doi.org/10.1007/s00590-021-02932-2>

Graff, C., Dounas, G. D., Todd, M. R. L. C., Sung, J., & Kumawat, M. (2023). Management of traumatic nerve palsies in paediatric supracondylar humerus fractures: A systematic review. *Children*, 10(12), 1862. <https://doi.org/10.3390/children10121862>

Greenhill, D. A., Kozin, S. H., Kwon, M., & Herman, M. J. (2019). Oblique lateral closing-wedge osteotomy for cubitus varus in skeletally immature patients. *JBJS Essential Surgical Techniques*, 9(4), e40.1-e40.8. <https://doi.org/10.2106/JBJS.ST.18.00107>

Hasan, S. U., Pervez, A., Usmani, S. U. R., Tahseen, M. U., Asghar, S., Ahmed, J. W., & Manal, I. (2023). Comparative analysis of pinning techniques for supracondylar humerus fractures in paediatrics: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Orthopaedics*, 44, 5-11. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2023.08.005>

Higuchi, D. H., de Oliveira, G. A., Alves, J. P., Lebedenco, L., & Dobashi, E. T. (2024). Supracondylar fractures in children: A systematic review of treatment options. *Acta Ortopedica Brasileira*, 32(3),

- e278420. <https://doi.org/10.1590/1413-785220243203e278420>
- Ho, C. A. (2017). Cubitus varus: It's more than just a crooked arm! *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 37(Suppl 2), S37-S41. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001025>
- Hoffman, B., Lee, A., DiGiacomo, D., Maag, S., Liu, J., & Skie, M. (2024). A systematic review of the operative techniques for treating cubitus varus deformity in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 33(6), 590-599. <https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000001167>
- Khurana, A., Kumar, N., Chugh, V., Pattabiraman, K., Singh, J., & Verma, G. (2024). A systematic review of techniques for step cut osteotomy in cubitus varus: A comprehensive analysis. *Journal of Orthopaedics*, 49, 81-89. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2023.11.055>
- Kim, K., Yoon, C., & Lee, H. Y. (2023). Cubitus varus after pediatric lateral condylar fracture: True or pseudo? *BMC Musculoskeletal Disorders*, 24, 483. <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06604-6>
- Kumar, R., Rangasamy, K., Gopinathan, N. R., Sudesh, P., & Goni, V. G. (2022). Is modified reverse step-cut osteotomy better than Yun's reverse V osteotomy in paediatric cubitus varus deformity correction? A prospective, double-blinded, randomized controlled trial. *International Orthopaedics*, 46(9), 2041-2053. <https://doi.org/10.1007/s00264-022-05429-7>
- Kurniawan, A., Widyahening, I. S., Swandika, B., & Hutami, W. D. (2026). Various corrective osteotomy techniques for cubitus varus in children: Systematic review. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 46(3), e232-e237. <https://doi.org/10.1097/BPO.00000000000003101>
- Liu, X., Liu, K., & Yang, J. (2023a). A modified reverse right-angled triangle osteotomy using the lateral approach for the treatment of posttraumatic cubitus varus deformity in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 43(6), 355-361. <https://doi.org/10.1097/BPO.00000000000002389>
- Liu, Y., Kan, L., Sun, J., & Chu, X. (2023b). Correction of pediatric cubitus varus by centralization of the distal humeral fragment: A surgical technique to avoid lateral condylar prominence. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 43(2), 111-116. <https://doi.org/10.1097/BPO.00000000000002286>
- Martínez-Álvarez, S., Galán-Oller, M., Alonso-Hernández, J., Vara-Patudo, I., Miranda-Gorzarri, C., & Palazón-Quevedo, Á. (2023). Guided growth for the treatment of cubitus varus in children: Medium- to long-term results. *Journal of Clinical Medicine*, 12(7), 2632. <https://doi.org/10.3390/jcm12072632>
- Masquijo, J., Artigas, C., Hernández Bueno, J. C., Sepúlveda, M., Soni, J., Valenza, W., Fazal, F., & Shah, A. S. (2024). Surgical correction of cubitus varus in children with a lateral closing-wedge osteotomy: A comparison between two different techniques. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 33(2), 167-173. <https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000001092>
- Micheloni, G. M., Novi, M., Leigheb, M., Giorgini, A., Porcellini, G., & Tarallo, L. (2021). Supracondylar fractures in children: Management and treatment. *Acta Biomedica*, 92(S3), e2021015. <https://doi.org/10.23750/abm.v92iS3.11725>
- Miyake, T., Miyamura, S., Miki, R., Shiode, R., Iwahashi, T., Kazui, A., Yamamoto, N., Tanaka, H., Okada, S., Murase, T., & Oka, K. (2024). Cubitus varus deformity following paediatric supracondylar humeral fracture remodelling predominantly in the sagittal direction: A three-dimensional analysis of eighty-six cases. *International Orthopaedics*, 48, 2091-2099. <https://doi.org/10.1007/s00264-024-06197-2>
- Nagashima, M., Omokawa, S., Nakanishi, Y., Mahakkanukrauh, P., Hasegawa, H., Shimizu, T., Kawamura, K., & Tanaka, Y. (2022). A cadaveric study of ulnar nerve strain at the elbow associated with cubitus

- valgus/varus deformity. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 23, 829. <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05786-9>
- Oka, K., Miyamura, S., Shiode, R., Kazui, A., Iwahashi, T., Tanaka, H., & Murase, T. (2024). Three-dimensional corrective osteotomy for cubitus varus deformity using patient-matched instruments. *JSES International*, 8(3), 646-653. <https://doi.org/10.1016/j.jseint.2024.01.005>
- Salkhori, O., Bagheri, N., Khabiri, S. S., Arabzadeh, A., Kalantar, S. H., Poorghasem, E., Tabatabaei Irani, P., Talebi, A., Mortazavi, S. M., & Naghizadeh, H. (2026). Efficacy of 3D-printed surgical guides in the correction of pediatric cubitus varus deformity: A systematic review and meta-analysis. *JSES International*, 10(2), 101604. <https://doi.org/10.1016/j.jseint.2025.101604>
- Shi, Q., Yan, H., Yang, M., Chen, S., & Lu, B. (2022). Comparative evaluation of pinning and cast fixation vs. external fixation after lateral closing-wedge osteotomy for cubitus varus in children. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 31(3), 481-487. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2021.04.042>
- Singh, P., Krishna, A., Arora, S., Mehta, R., Gupta, V., & Kumar, V. (2023). Shortening dome osteotomy for correction of severe cubitus varus secondary to malunited supracondylar fractures in children. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 143(3), 1371-1378. <https://doi.org/10.1007/s00402-021-04288-y>
- Su, Y., Xie, Y., & Nan, G. (2022). A novel method of lateral closing wedge osteotomy for cubitus varus deformity in children. *BMC Surgery*, 22, 408. <https://doi.org/10.1186/s12893-022-01854-y>
- Vashisht, S., Sudesh, P., Gopinathan, N. R., Kumar, D., Karthick, S. R., & Goni, V. (2020). Results of the modified reverse step-cut osteotomy in paediatric cubitus varus. *International Orthopaedics*, 44(7), 1417-1426. <https://doi.org/10.1007/s00264-020-04648-0>
- Verka, P. S., Kejariwal, U., & Singh, B. (2017). Management of cubitus varus deformity in children by closed dome osteotomy. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(3), RC08-RC12. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/24345.9551>
- Xue, K. X., Zheng, X. G., Qiao, C., Yang, X. G., Zhong, G. Y., & Fang, J. H. (2023). Preoperative simulated surgery on 3D model assists osteotomy feasibility verification and surgical guidance for patients with cubitus valgus/varus deformity: A retrospective observational study. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 18, 470. <https://doi.org/10.1186/s13018-023-03939-7>
- Zou, M., He, Y., Xu, Y., Shi, Q., & Zeng, H. (2024). Design and application of a novel 3D printing digital navigation template for cubitus varus deformity in children. *Frontiers in Pediatrics*, 12, 1342980. <https://doi.org/10.3389/fped.2024.1342980>