

Lernziele:

Nach der Lektüre dieses Artikels...

- kennen Sie Epidemiologie und Pathomechanismen kindlicher suprakondylärer Humerusfrakturen.
- können Sie die modifizierte Gartland-Klassifikation und die Klassifikation nach v. Laer anwenden.
- erkennen Sie relevante neurovaskuläre Begleitverletzungen und leiten die korrekte Diagnostik ein.
- wählen Sie evidenzbasiert zwischen konservativer Therapie und CRPP.
- benennen Sie typische Früh- und Spätkomplikationen sowie deren Prävention.



Jonas Scheidig, Nina Renner, Johannes Krause, Johannes Groh, Mario Perl

Kindliche suprakondyläre Humerusfrakturen

Aktueller Stand von Klassifikation, Diagnostik und Therapie

Zusammenfassung:

Suprakondyläre Humerusfrakturen (supracondylar humerus fractures, SCHF) sind mit 13–18 % aller kindlichen Frakturen und ca. 60 % der Ellenbogenfrakturen die häufigsten Oberarmverletzungen im Kindesalter. Der Altersgipfel liegt zwischen 5 und 7 Jahren, wobei Jungen leicht häufiger betroffen sind. Über 95 % der Verletzungen entstehen als Extensionsfraktur nach Sturz auf die ausgestreckte

Hand, seltener als Flexionsfraktur nach direktem Anprall auf den gebeugten Ellenbogen. Die modifizierte Gartland-Klassifikation (Typ I–IV) ist international etabliert und prognostisch relevant.

Klinisch stehen Schmerzen, Schwellung und Deformität des Ellenbogens mit potenziellen neurologischen Einschränkungen und Gefäßschäden (N. medianus/anterior interosseus > radialis > ulnaris; A. brachialis) im Vordergrund. Die Basisdiagnostik umfasst die klinische neurovaskuläre Beurteilung sowie a.p.- und seitliche Röntgenaufnahmen mit Kontrolle der anterior humeral line und des Baumann-Winkels (normal 64–81°). Therapeutisch werden stabile, undislozierte Typ I-Frakturen konservativ mit Oberarm-Gips behandelt. Dislozierte Frakturen (Typ II–IV) erfordern in der Regel die geschlossene Reposition und perkutan-Kirschner-Draht-Osteosynthese (CRPP).

Lateral eingebrachte Pins minimieren das Ulnaris-Risiko, gekreuzte Pins erhöhen die Primärstabilität. Aktuelle Evidenz spricht für ein individualisiertes Vorgehen. Offene Repositionen und Fixationen sind Ausnahmen (z.B. sekundäre Instabilität, irreponible Frakturen). Frühkomplikationen beinhalten akute Gefäßläsionen, Kompartmentsyndrom und iatrogene Nervenverletzungen. Spätkomplikationen sind v.a. Cubitus-varus/-valgus-Deformitäten. Bei adäquater Therapie erzielen > 95 % der Kinder exzellente funktionelle Ergebnisse.

Schlüsselwörter:

Suprakondyläre Humerusfraktur, Gartland-Klassifikation, v. Laer-Klassifikation, geschlossene Reposition, perkutane K-Draht-Osteosynthese, Baumann-Winkel, Cubitus-varus-Deformität

Zitierweise:

Scheidig J, Renner N, Krause J, Groh J, Perl M: Kindliche suprakondyläre Humerusfrakturen. Aktueller Stand von Klassifikation, Diagnostik und Therapie

OUP 2026; 15: 38–46

DOI 10.53180/oup.2026.0038-0046

Pediatric supracondylar humerus fractures

Current concepts in classification, diagnosis and management

Summary: Supracondylar humerus fractures (SCHF) are the most common upper arm injuries in children, accounting for 13–18 % of all childhood fractures and around 60 % of elbow fractures. The peak age is between 5 and 7 years, with boys being slightly more frequently affected. Over 95 % of injuries occur as extension fractures after falling onto an outstretched hand, less commonly as flexion fractures after direct impact on the bent elbow. The modified Gartland classification (types I–IV) is internationally established and prognostically relevant. Clinically, the main symptoms are pain, swelling and deformity of the elbow with potential neurological deficits and vascular damage (median nerve/anterior interosseous > radial > ulnar; brachial artery). Basic diagnostics include clinical neurovascular assessment as well as anteroposterior and lateral X rays, with checking of the anterior humeral line and Baumann’s angle (normal 64–81°). Stable, undisplaced type I fractures are treated conservatively with an upper arm cast. Displaced fractures (types II–IV) usually require closed reduction and percutaneous Kirschner wire osteosynthesis (CRPP). Laterally inserted pins minimise the risk of ulnar nerve injury, while crossed pins increase primary stability. Current evidence supports an individualised approach. Open reduction and fixation procedures are exceptions (e.g. secondary instability, irreducible fractures). Early complications include acute vascular injury, compartment syndrome and iatrogenic nerve injuries. Late complications mainly include cubitus varus/valgus deformity. With adequate treatment, > 95 % of children achieve excellent functional results.

Keywords: Supracondylar humerus fracture, pediatric trauma, Gartland classification, v. Laer-Classification, neurovascular complications, closed reduction, percutaneous pinning, Baumann’s angle, cubitus varus deformity

Citation: Scheidig J, Renner N, Krause J, Groh J, Perl M: Pediatric supracondylar humerus fractures. Current concepts in classification, diagnosis and management
OUP 2026; 15: 38–46. DOI 10.53180/oup.2026.0038-0046

Hintergrund und Epidemiologie

SCHF machen etwa 13–18% aller kindlichen Frakturen und ~ 60% der Ellenbogenfrakturen im Kindesalter aus [1, 2]. Der Altersgipfel liegt bei 5–7 Jahren, Jungen sind in den meisten Kohorten geringfügig häufiger betroffen (≈ 55–60%) [2].

Pathoanatomie und Verletzungsmechanismus

Die ossären Wachstumszentren des Ellenbogengelenks erscheinen in einem streng reproduzierbaren CRITOE-Muster (Capitulum ~ 1 J., Radiuskopf ~ 3–6 J., medialer Epicondylus ~ 4–7 J., Trochlea & Olecranon ~ 8–10 J., lateraler Epicondylus ~ 10–12 J.). Während dieser Phase verschmelzen Capitulum, Trochlea und lateraler Epicondylus erst um das 12.–14. Lebensjahr, sodass die suprakondyläre Metaphyse bis dahin überwiegend aus dünner, trabekulärer Kortikalis besteht. Um das 6.–7. Lebensjahr durchläuft dieser Bereich eine Umbauphase, in der die

Knochenstruktur besonders filigran und fraktur anfällig ist. Im Querschnitt hat der distale Humerus eine hantelförmige Gestalt: Zwei kräftige Säulen (medial und lateral) sind durch eine papierdünne knöcherne Lamelle zwischen Olecranon- und Fossa coronioidea verbunden. Diese Architektur führt zu einer Belastungskonzentration, wodurch selbst moderate axiale oder Biegekräfte hier schnell zur Fraktur führen [3–5].

In ~ 97–99% entsteht die Fraktur durch einen Extensionsmechanismus (Sturz auf die ausgestreckte Hand). Das Körpergewicht wird axial durch den maximal extendierten Ellenbogen übertragen. Das Olecranon wirkt dabei wie ein Meißel (Fulcrum) in der Fossa olecrani, wodurch die anteriore Kortikalis des distalen Humerus in Zug reißt und die posteriore in Kompression staucht. Die kindliche Bandlaxität verstärkt die Hyperextensionstendenz. Der M. triceps zieht zusätzlich den distalen Fragmentblock nach dorsal-proximal, was die typische dor-

sale Dislokation erklärt. Der genaue Rissort des Periosts beeinflusst die Dislokationsrichtung: Bei posteromedialer Dislokation (~ 75%) reißt das laterale/perolaterale Periost und ein mediales Periost-“Scharnier“ bleibt intakt – Pronation des Unterarms spannt dieses mediale Hinge an und erleichtert die Reposition. Bei posterolateraler Dislokation ist es umgekehrt (mediales Periost rupturiert). Hier hilft Supination, um das laterale Hinge zu nutzen. Ist das Periost zirkulär zerrissen (Gartland IV), resultiert eine multidirektionale Instabilität. [6–8]

Flexionstyp-Frakturen (~ 1–3%) entstehen durch direkte Krafteinwirkung auf den gebeugten Ellenbogen (z.B. Sturz auf die Ellbogenspitze oder beim Kontaktsport). Hierbei wird die vordere Kortikalis komprimiert und die hintere aufgespannt. Das distale Fragment disloziert nach ventral. Flexionsfrakturen gehen häufiger mit Läsionen des N. ulnaris oder einer Interposition von Weichteilen (z.B. M. triceps brachii) einher [7, 9, 10].

Zusätzliche anatomische Faktoren begünstigen die Frakturentstehung: Ein im Verhältnis zum Körper großer Kopf (hoher Körperschwerpunkt), unreife Stützreflexe und eine allgemeine ligamentäre Laxität fördern das unkontrollierte Überstrecken im Sturz. Außerdem verläuft die A. brachialis im Bereich der distalen Humerusmetaphyse anteromedial dicht am Knochen, begleitet vom N. medianus (bzw. dessen motorischem Ast, dem N. interosseus anterior) und dem N. radialis. Dies erklärt die vglw. häufigen neurovaskulären Begleitverletzungen bei dislozierten Extensionsfrakturen.

Klassifikation

Die erste systematische Einteilung suprakondylärer Humerusfrakturen publizierte J.J. Gartland 1959 [11]. Heute wird international die modifizierte Gartland-Klassifikation nach Wilkins (1984) [12] erweitert um Typ IV nach Leitch (2006) [13] verwendet. Im deutschsprachigen Raum ist parallel die vierstufige Klassifikation nach v. Laer (1997) [14] gebräuchlich, die auch in die AO-Kinderskelett-Nomenklatur übernommen wurde. Beide Systeme beschreiben das Dislokationsausmaß und korrelieren eng mit Stabilität, Komplikationsrisiko und Therapieempfehlung. (Die Unterscheidung zwischen Grenzformen IIA und IIB ist dabei mitunter fehleranfällig.)

Gartland-Klassifikation (modifiziert) [15–17]

Typ I

Keine Dislokation, intakter hinterer Kortex – stabil. Behandlung konservativ im Oberarmgips (Schiene), in > 95 % ausreichend.

Typ II

In einer Ebene disloziert (rein sagittale Kippung). Typ IIA: hintere Kortikalis als „Greenstick-Scharnier“ intakt, keine Rotations-/Seitenabweichung; Typ IIB: zusätzlich Rotationsfehler oder Translation – potenziell instabil. Hier besteht eine „Entscheidungszone“: je nach Rotationskomponente, Angulationswinkel (> 10–15°) und Alter des Kindes (> 6 Jahre) kann konservativ oder operativ behandelt werden.

Bei Typ IIB wird vermehrt zur operativen Fixierung (CRPP) geraten.

Typ III

Vollständige Dislokation in 2 Ebenen, ein periostales Hinge ist einseitig noch intakt (IIIA: medial; IIIB: lateral) – klar instabil, erhöhtes Risiko für Neuro-/Gefäßverletzungen. Therapie: sofortige geschlossene Reposition und Drahtfixation (Notfalleingriff). In Kohorten finden sich primäre Gefäß- oder Nervenläsionen in bis zu 12 % (v.a. N. medianus).

Typ IV

Komplette Instabilität (Periost ringförmig zerrissen), Dislokation in 3 Ebenen (sagittal, koronal und axial) – höchst instabil. Therapie: geschlossene Reposition und perkutane Drahtosteosynthese, oft mit zusätzlichem dritten Draht oder ausnahmsweise Fixateur externe bei schwierigem Halt.

Klassifikation nach v. Laer teilt nach der Anzahl der Dislokationsebenen ein [16, 18]:

Typ I

Keine Dislokation

Typ II

Dislokation in 1 Ebene – sagittale Kippung → Unterteilung in IIA ohne, IIB mit Rotation/Seitverschiebung

Typ III

2 Ebenen, sagittal + koronal

Typ IV

3 Ebenen, keine Fragmente im Kontakt

Entsprechend gelten Typ I–IIa als stabil, Typ IIB als potenziell instabil und Typ III–IV als instabil. Praktisch bedeutet dies: Bereits bei einer Rotationsabweichung oder Mehrfachabkippung (v. Laer IIB) ist das Risiko einer sekundären Dislokation hoch und es wird zur frühzeitigen Drahtfixierung geraten. Beide Systeme führen in ~ 95 % zu identischen Therapieentscheidungen; Unterschiede bestehen vor allem in Grenzfällen (Gartland IIB ↔ v. Laer IIB), in denen v. Laer den Rotations-/Translationsanteil expliziter berücksichtigt.

Klinik und neurovaskuläre Beurteilung

Leitsymptome

Akut zeigen sich starke Schmerzen, rasche Weichteilschwellung und eine oft S-förmige Fehlstellung des Ellenbogens. Bei ausgeprägter Weichteilbeteiligung kann eine Hauteinstülpung oder -faltenbildung in der Ellenbeuge (über der Fossa cubitalis) auf interponiertes Periost hinweisen. Dies korreliert mit höhergradiger Dislokation und erhöhtem neurovaskulärem Risiko. Die Hautfarbe (blass ↔ rosig), lokale Temperatur und die Rekapillarisationszeit (normal < 3 s) liefern sofort Hinweise auf die Durchblutung [19].

Neurovaskuläre Untersuchung

Zunächst sind tastbare Radialis- und Ulnarpulse zu prüfen (ggf. Doppler-Ultraschall bei Unsicherheit), Kapillarfüllung am Fingerendglied, sowie Handtemperatur und -farbe zu dokumentieren. Anschließend erfolgt der motorische Nerven-test – am besten mittels 3 kindgerechter Handgesten (für 5-Jährige meist zuverlässig). Hierzu lässt man das Kind ein „OK-Zeichen“ machen (Zeigefinger-Endglied und Daumen bilden einen Kreis) zur Überprüfung von N. medianus bzw. N. interosseus anterior (Beugung von Daumen-Endglied und Zeigefinger-Endglied). Mit „Daumen hoch“ wird die Streckung im Daumen-IP-Gelenk und Finger-MCP-Gelenken getestet – Funktion von N. radialis bzw. Ramus profundus (PIN). Das gespreizte Finger-V (wie ein „Papageienschnabel“) prüft die Funktion der Mm. interossei (Fingerabduktion) und damit den N. ulnaris. Diese einfachen Tests werden international empfohlen, da sensorische Prüfungen im Kindesalter unzuverlässig sein können [20, 21].

Wichtig

Der komplette NV-Status muss **vor** jeder Manipulation/Reposition sowie unmittelbar **danach** erhoben und dokumentiert werden. So lassen sich bereits bestehende von repositions-assoziierten Defiziten unterscheiden.

Akute Nervenläsionen

Prospektive Studien zeigen bei 10–20 % der dislozierten SCHF eine primäre Nervenverletzung. In 60–70 %

betrifft dies den N. medianus bzw. seinen motorischen Ast (N. interosseus ant.), gefolgt vom N. radialis (15–25%) und N. ulnaris (5–10%) [22, 23]. Über 90% sind Neuropraxien ohne Kontinuitätsschaden, die spontan binnen 3–4 Monaten remittieren. Eine operative Nerven-Exploration ist nur indiziert bei ausbleibender Erholung (kein Funktionsrückgewinn nach > 3–6 Monaten) oder progredienten Ausfällen (z.B. neu aufgetretene Lähmung nach Reposition). Iatrogene Ulnarisverletzungen entstehen fast ausschließlich durch einen medial eingebrachten Draht. Die Literatur gibt eine Gesamtrate von ~ 4% an; ~ 91% dieser Läsionen regenerieren ohne Revisionseingriff (frühes Drahtziehen bietet keinen klaren Vorteil) [20].

Gefäßkompromittierung – „pink pulseless hand“

Vaskuläre Verletzungen (meist Intima-einriss oder arterielle Einklemmung) treten bei ~ 5–10% der dislozierten Frakturen auf. Bei einem pulslosen, blassen und kalten Arm besteht sofortiger Handlungsbedarf: Hier ist die geschlossene Reposition mit Drahtfixation ein absoluter Notfall (< 2 h). Bleibt der Arm nach Reposition weiterhin pulslos und schlecht durchblutet, ist umgehend eine gefäßchirurgische Exploration einzuleiten. Demgegenüber liegt bei ~ 2–4% der Fälle nach Reposition eine „pink pulseless hand“ (PPH) vor – also trotz fehlendem Puls ein rosiger, warmer Arm. In dieser Situation wird gemäß Leitlinien keine sofortige Operation durchgeführt, sondern engmaschig überwacht: Initial kann in ~ 70% der Fälle durch Reposition und KDraht-Fixation der Puls unmittelbar wiederhergestellt werden. Persistiert die Pulslosigkeit bei ansonsten guter Perfusion, wird „Watchful Waiting“ unter Duplex-Doppler-Kontrolle empfohlen (anfangs alle 15 Minuten, im Verlauf stündlich), da in neueren Serien eine spätere Ischämie sehr selten auftritt. Zeigen sich jedoch Zeichen einer Durchblutungsverschlechterung (zunehmender Schmerz, Sensibilitätsverlust, Rekapillarisation > 3 s), so ist sofort zu explorieren [22, 24, 25].

Akutes Kompartmentsyndrom

Dieses gefürchtete Syndrom ist mit ~ 0,3–0,5% Inzidenz bei suprakon-

dylären Frakturen zwar sehr selten, kann aber im Extremfall zu dauerhaften Schäden führen. Risikofaktoren sind vor allem kombinierte Gefäß- oder Nervenverletzungen sowie das „floating elbow“ (gleichzeitige ipsilaterale Fraktur des Unterarms). Frühe klinische Warnzeichen bei Kindern sind Unruhe, steigender Analgetikabedarf und starker Schmerz bei passiver Fingerstreckung. Die klassischen 6 P (Pain, Paleness, Pulselessness, Paralysis, Paresthesia, „Perishingly cold“) manifestieren oft erst im Spätstadium. Entscheidend ist, dass die Diagnose klinisch gestellt wird – ein möglicher Kompartmentsyndromverdacht darf nicht durch langwierige apparative Diagnostik (z.B. Invasivdruckmessung) hinausgezögert werden. Bei begründetem Verdacht muss sofort die Entlastungsfasziotomie erfolgen [26].

Dokumentation und Überwachung

Sämtliche neurovaskulären Befunde sind in einem standardisierten Schema zu erfassen (z.B. im POSNA-Worksheet). Nach Reposition/CRPP erfolgen engmaschige Durchblutungs- und Motorik-Kontrollen – in den ersten 2 Stunden alle 15 Minuten, dann stündlich bis mindestens 24 Stunden postoperativ. So werden Frühänderungen erkannt und z.B. ein beginnendes Kompartmentsyndrom nicht übersehen. Persistierende motorische Paresen werden ab ~ 6 Wochen posttraumatisch mittels Verlaufselektromyografie beobachtet. Dieses strukturierte Vorgehen erlaubt ein risikoadaptiertes Management und trägt dazu bei, irreversible Folgeschäden zu minimieren.

Diagnostik und Bildgebung

Die Bildgebung verfolgt 4 Hauptziele: Frakturbestätigung, Abschätzung von Dislokationsrichtung und Stabilität, Erkennen neurovaskulärer Begleitverletzungen und strahlenarme Verlaufskontrolle. Gegenwärtig stellen klinische Untersuchung und konventionelles Röntgen in 2 Ebenen (true a.p. und streng lateral) den Standard dar. Der Einsatz von Ultraschall nimmt jedoch zu und ist in der Kindertraumatologie eine wertvolle Ergänzung (siehe auch Beitrag „Bildgebung in der Kinder- und Jugendtraumatologie“ in

dieser Ausgabe). Weiterführende Verfahren wie CT, MRT oder CT-Angiografie sind nur bei spezifischen Fragestellungen indiziert (z.B. Gelenkfraktur im Adoleszentenalter, Gefäßabklärung).

Konventionelles Röntgen

Für eine adäquate Beurteilung muss der Ellenbogen korrekt positioniert sein (true a.p.: Schulter 90° abduziert, Unterarm supiniert; true lateral: Oberarm und Unterarm in 1 Ebene, Ellenbogen 90° gebeugt). Wichtigste radiologische Parameter sind:

Anterior Humeral Line (AHL, Rogers-Linie)

In der seitlichen 90°-Aufnahme wird die Linie entlang der vorderen Kortikalis des distalen Humerus gezogen. Sie sollte bei Kindern ≥ 5 Jahren durch das mittlere Drittel des Capitulum humeri verlaufen. Ein Verlauf nur durch das vordere Capitulum-Drittel oder ein komplettes Verfehlen des Capitulum deutet auf eine dorsale Fehlstellung (Extensionsfehlstellung) hin [27, 28].

Baumann-Winkel (humero-kapitelläres Winkelmaß)

In der a.p.-Projektion wird der Winkel zwischen der Längsachse des Humerus und einer Linie entlang der epiphysären Ebene des lateralen Kondylus gemessen. Der normale Baumann-Winkel beträgt ~ 64–81° (Mittel ~ 72°) – praktisch alters- und geschlechtsunabhängig. Eine Seitenabweichung > 5° postoperativ erhöht das Risiko einer Cubitus-varus-Deformität erheblich [29, 30].

Radiokapitellare Linie

Eine Linie durch die Mitte von Radiuschaft/-hals sollte in beiden Projektionen das Capitulum humeri zentral kreuzen. Verläuft sie außerhalb des Capitulum, besteht der Verdacht auf eine Radiuskopf-Luxation oder eine Rotationsfehlstellung des Fragments. Bei Kindern < 10 Jahren schneidet die radiokapitellare Linie in ≥ 84% der Normalbefunde das Capitulum [31].

Ultraschall (POCUS)

Ein hochfrequenter Linearschallkopf (10–15 MHz) in standardisierten Schnitten kann knöcherne Kortikal-

stufen, ein dorsales Fettpolsterzeichen und Gelenkergüsse nachweisen. In einer Studie mit 106 Kindern erreichte der Ultraschall gegenüber dem Zweiebenen-Röntgen eine Sensitivität von 100% und Spezifität von 93%. Vorteile sind die fehlende Strahlenbelastung, die Möglichkeit dynamischer Stress-Untersuchungen und die kinderfreundliche Anwendung. Limitationen liegen in der Lernkurve und einer geringeren Treffsicherheit bei begleitenden intraartikulären Verletzungen [32].

Gefäßdarstellung

Bei pulsloser oder zweifelhaft perfundierter Hand ist der Duplex-Doppler-Ultraschall das Mittel der Wahl. Eine CT-Angiografie (MD-CTA) bleibt Ausnahmefällen vorbehalten – etwa wenn bei persistierender „pink pulseless hand“ oder uneindeutigen Doppler-Befunden eine Gefäßrekonstruktion erwogen wird. Moderne Mehrzeilen-CT-Angiografien zeigten in Studien 100% Übereinstimmung mit intraoperativen Befunden bei sehr geringer Strahlenbelastung (< 1 mSv). Zudem liefern sie 3D-Rekonstruktionen (z.B. von Intima-Flaps oder Thrombosen), die vor gefäßchirurgischem Vorgehen hilfreich sein können [33, 34].

Schnittbildgebung

CT oder MRT sind nur in besonderen Situationen angezeigt (z.B. gelenkbeeteiligte Frakturen bei Jugendlichen, komplexe intraartikuläre Verletzungen oder Spätfolgen). Eine routinemäßige CT/MRT bei isolierter suprakondylärer Fraktur ist nicht evidenzbasiert und wird nicht empfohlen [35].

Strahlenschutz (ALARA-Prinzip)

Eine einzelne Röntgenaufnahme des Arms entspricht nur ca. 4 Stunden natürlicher Hintergrundstrahlung ($\sim 0,001$ mSv). Dennoch gilt es, insbesondere bei Kindern, jede unnötige Exposition zu vermeiden: konsequente Verwendung pediatrischer Belichtungsparameter, straffe Einblendung, Vermeidung von Wiederholungsaufnahmen und – wo möglich – Einsatz von strahlungsfreien Alternativen (Ultraschall) sind essenziell.

Therapie – aktuelles evidenzbasiertes Management

Gemäß aktueller Leitlinien wird ein gestuftes Vorgehen nach Dringlichkeit empfohlen:

Sofort-Notfall

Offene Fraktur, Gefäßläsion mit ischämischer Hand (pulslos + blass/kalt) oder manifestes Kompartmentsyndrom → *sofortige* operative Versorgung (Notfall-Eingriff).

Dringlich (< 12 h)

Alle dislozierten Gartland III/IV-Frakturen sowie instabile IIB (Rotations-/Mehrfachfehlstellung) ohne Gefäßkompromittierung → zügige OP innerhalb der ersten Nacht.

Frühelektiv (innerhalb 24 h)

Relativ stabile Gartland IIA-Frakturen ohne Neuro-/Gefäßdefizit → Operation innerhalb des ersten Tages ausreichend.

Diese Empfehlungen der amerikanischen AAOS (2011) [36] und der deutschsprachigen S1-Leitlinie 012/014 (DGU 2015) [37] sind praktisch deckungsgleich.

Konservative Therapie

Indikationen

Die konservative Behandlung kommt nur für stabile Frakturen ohne wesentliche Dislokation in Betracht – klassisch Gartland I und ausgewählte Gartland IIA. Voraussetzungen sind insbesondere ein intakter hinterer Kortikalanteil, eine minimale sagittale Achsabweichung ($< 15^\circ$ Extension) und keine Rotationsfehlstellung. Außerdem müssen regelmäßige Kontrollen (anfangs spätestens alle 2 Tage) gewährleistet sein. Unter diesen Bedingungen kann die Ruhigstellung im Oberarmgips oder mittels Blount-Schlinge („cuff-and-collar“) erfolgen. Hinweis: Die Blount-Schlinge (nach Walter Blount, 1930er) wird in Deutschland, Österreich, der Schweiz sowie in franko- und westafrikanischen Zentren noch gelehrt und angewandt. Die deutsche S1-Leitlinie [37] nennt sie als Standardverfahren für Typ I/II-Frakturen mit schrittweiser Hyperflexion. In anglo-amerikanischen Leitlinien (AAOS, POSNA)

spielt sie hingegen kaum noch eine Rolle. Dort dominieren Gipsruhigstellung oder frühzeitige Drahtfixation.

Vorgehen

Die geschlossene Reposition erfolgt in Analgosedierung. Anschließend wird – bei Wahl der Gipsmethode – ein gut modellierter Oberarmkreuzgips in $\sim 80\text{--}90^\circ$ Ellenbogenflexion und leichter Pronation angelegt. Wichtig ist eine dorsale Dreipunktstützung der Humeruskalotte (zur Extensionskontrolle). Bei Anwendung der Blount-Schlinge wird der Arm nicht eingipst, sondern frei hängend in einer Schlaufe am Hals (Unterarm durch breite Manschette fixiert) immobilisiert. Durch Hochziehen des Unterarms um ca. $10\text{--}15^\circ$ pro Tag (Schwerkraft-Traktion) kann so über 2–4 Tage eine schrittweise Hyperflexion bis $\sim 110\text{--}120^\circ$ erreicht werden, sofern es die Weichteilschwellung zulässt. Beide Methoden erfordern engmaschige Kontrollen. Üblicherweise erfolgt eine Röntgenkontrolle direkt nach Reposition (Tag 0) und – entscheidend – um Tag 7. Bei der Blount-Methode wird zusätzlich bereits nach 3–5 Tagen (nachdem die vollständige Reposition durch die Gravitation erwartet werden kann) geröntgt sowie bei jedem Flexionsschritt klinisch kontrolliert. Als Verlustkriterien gelten ein Baumann-Winkel, der sich um $> 5^\circ$ verschlechtert, oder eine AHL, die nicht mehr durch das Capitulum verläuft. Ebenso sind zunehmende Schmerzen, Parästhesien oder verzögerte Kapillarfüllung (> 2 s) unter Blount-Schlinge als Abbruchkriterien zu werten. Bei solchen Befunden muss sekundär zur operativen Fixierung gewechselt werden. Eltern sollten darauf hingewiesen werden, dass etwa 10% der konservativ nach Blount behandelten und ca. 7% der im Gips behandelten Fälle später doch eine Drahtfixation benötigen.

Dauer und Nachbehandlung

Die Immobilisierung wird in der Regel für insgesamt 3–4 Wochen beibehalten. Im Anschluss erfolgt die Abnahme des Gipsverbands bzw. der Schlinge. Letztere durchschnittlich nach 3 Wochen (Range 21–28 Tage) mit sofortigem Beginn aktiver Bewegungsübungen. Unter Gipsbehandlung beginnt die Mobilisierung nach Gips-

abnahme; unter der Blount-Schlinge ist bereits während der Hangierungsphase eine vorsichtige Bewegungszunahme möglich.

Ergebnisse

Bei richtiger Indikationsstellung und engmaschiger Überwachung liefert die konservative Therapie ausgezeichnete Resultate für stabile Typ IIA-Frakturen. Eine systematische Übersichtsarbeit (2025) mit über 1000 Patientinnen und Patienten berichtet eine sekundäre Dislokationsrate von nur ~ 7 % und exzellente funktionelle Ergebnisse (Flynn-Score „excellent“ bei ~ 93 % der Fälle). Kinkpé et al. erzielten in 67 Fällen 81 % sehr gute und 19 % gute klinische Resultate, ohne dauerhafte Nervenverletzungen. Auch andere Serien zeigen hohe Erfolgsraten bei Typ II Frakturen (z.B. 94 % gute/exzellente Ergebnisse bei Gartland II, 73 % bei III). Entscheidend ist die konsequente Patientenselektion: Schon geringe Rotationsfehlstellungen oder koronale Achsabweichungen (v. Laer IIb) erhöhen das Versagensrisiko beider konservativer Methoden deutlich und sprechen eher für eine primäre CRPP. Bei Anwendung der Blount-Schlinge muss die tägliche Flexionssteigerung dokumentiert werden; steigende Schmerzen, Sensibilitätsstörungen oder verlängerte Rekapillarisation erfordern den Abbruch. Unabhängig vom Verfahren gilt der 7. Tag als kritischer „Sicherungszeitpunkt“ – das Kontrollröntgen entscheidet dann über Fortführung oder sekundäre Drahtosteosynthese. Damit bleibt die konservative Therapie – korrekt angewandt und streng überwacht – eine valide Option für stabile Gartland IIA-Frakturen. Die Blount-Schlinge bietet eine zusätzliche indirekte Korrekturmöglichkeit, ist aber hauptsächlich im deutsch- und französischsprachigen Raum etabliert, während internationale Empfehlungen bevorzugt den gut modellierten Oberarmgips vorsehen [39–42].

Operative Therapie

Indikationen

Absolute OP-Indikationen sind alle instabilen Frakturen (Gartland IIB, III und IV), insbesondere bei Begleitverletzungen von Gefäßen oder Nerven

(pulslose Hand oder progrediente Nervenaustritte). Auch Flexionstyp-Frakturen, offene Frakturen, komplexe Verletzungsmuster wie der „floating elbow“ sowie mangelnde Compliance (z.B. unzuverlässige Eltern) sollten primär operativ versorgt werden. Ferner besteht eine OP-Indikation bei sekundärer Dislokation unter konservativer Behandlung (Verlust der Reposition im Gips/Schlinge).

Technik – Geschlossene Reposition und perkutane Pinning-Osteosynthese (CRPP)

Der Arm wird in Rückenlage auf dem durchleuchtungsfähigen Tisch gelagert (Unterarm supiniert). Nach großzügiger manueller Längszug-Einstellung werden Frakturmanöver durchgeführt: Hyperflexion im Ellenbogen, simultaner dorsaler Druck auf das distale Fragment, ggf. kombiniert mit Pronation (bei posteromedialer Dislokation) bzw. Supination (bei posterolateraler Dislokation), um das intakte Periost-Hinge auszunutzen. Ist die Achs- und Rotationsstellung geschlossen zufriedenstellend, erfolgt die Fixierung mit 2–3 glatten Kirschner-Drähten (Durchmesser 1,6–2,0 mm) unter Bildwandler-Kontrolle.

Pin-Konfiguration

Grundsätzlich stehen 2 Bohrdrath-Konfigurationen zur Auswahl – 2 lateral eingebracht oder gekreuzt (je 1 Draht medial und lateral). Biomechanisch wurde auch eine Dreipunkt-Fixierung mit 3 lateralen Drähten untersucht. Die Vor- und Nachteile lassen sich vereinfachend zusammenfassen [43, 44]:

Rein lateral (2 Drähte, parallel oder divergent)

Kein Kontakt zum N. ulnaris, somit praktisch kein Ulnarisrisiko. Die primäre Rotationsstabilität ist etwas geringer als bei gekreuzter Konfiguration. Eine prospektive Interventionsstudie (n = 60) berichtete 0 % Ulnarisparese im lateral-Pinning vs. 3,3 % bei gekreuztem Pinning bei vergleichbaren funktionellen Ergebnissen.

Gekreuzt (medial + lateral)

Erhöhte Torsionsstabilität (geringere Rotationsgefahr), jedoch 2–6 % Risiko einer iatrogenen Ulnarisläsion (bei

medialem Bohrdrath). In neueren Studien ergab sich kein funktioneller Vorteil gekreuzter Drähte; aufgrund des Ulnarisrisikos wird daher zunehmend die laterale Methode bevorzugt. Bei unvermeidlichem medialem Draht sollte dieser immer mini-offen (mit kleinem Hautschnitt und Palpation des N. ulnaris) eingebracht werden.

Drei lateral (trianguläre Konfiguration)

Biomechanisch nahezu gleichwertig zur gekreuzten Pinung, aber ohne Ulnarisrisiko. Allerdings verlängert ein dritter Draht die OP-Dauer und es liegen bislang nur In-vitro-Tests und kleine Fallserien (Evidenz Level III) dazu vor.

In der Praxis werden – je nach Frakturtyp und Stabilität – entweder 2 Drähte lateral oder 2 gekreuzt eingebracht. Ist ein medialer Draht erforderlich, empfiehlt sich, wie erwähnt, eine kleine Inzision und Präparation, um den N. ulnaris sicher zu schützen. In der Bildwandler-Kontrolle (a.p. und lateral) gelten als Zielkriterien: ein Bau-mann-Winkel innerhalb $\pm 5^\circ$ zur Gegenseite sowie eine zentral durch das Capitulum ziehende AHL (Rogers-Linie). Diese Parameter sichern eine anatomiegerechte Reposition.

Exponierte vs. versenkte Drähte

Üblicherweise werden die Kirschner-Drähte nach außen überstehend belassen und später ohne Narkose entfernt. Das Versenken der Drahtenden unter der Haut soll theoretisch Infektionen vorbeugen, erfordert aber immer einen zweiten Eingriff zur Drahtentfernung. Eine RCT von 2025 fand tatsächlich eine Reduktion oberflächlicher Pin-Track-Infektionen von 27,5 % (exponiert) auf 12,5 % (versenkt), tiefe Infektionen traten in beiden Gruppen gleich selten (~ 2 %) auf. Ein großer Meta-Review (1854 Kinder) bestätigte, dass versenkte Drähte das gesamte Infektionsrisiko etwa halbieren – jedoch benötigten 84 % dieser Patientinnen und Patienten eine Zweit-OP in Anästhesie und es traten bei 13 % Hauterosionen durch die versenkten Drähte auf. Eine Kostenanalyse aus Boston ergab, dass der Verzicht auf versenkte Drähte pro Patientin bzw. Patient ~ 3400 USD und eine zu-

sätzliche Vollnarkose einspart, ohne die Komplikationsrate zu erhöhen. Zusammengefasst: Versenkte Drähte reduzieren oberflächliche Infektionen, gehen aber mit höherem Aufwand und fast immer einer zweiten Narkose einher. Die Entscheidung sollte individuell (abhängig von Infektionsrisiko, Wundzustand, Transportwegen etc.) getroffen werden [50, 63, 64].

Offene Reposition (ORIF)

Nur ca. 2–7 % der kindlichen suprakondylären Humerusfrakturen erfordern eine offene Reposition mit interner Fixation. Gründe sind vor allem Weichteilinterpositionen, die eine geschlossene Reposition blockieren (eingeklemmter M. brachialis, M. triceps, Nerven oder Periost) oder irreponible Flexionstyp-Frakturen, sowie die Notwendigkeit einer gleichzeitigen Gefäßrekonstruktion. In solchen Fällen wird meist ein anterolateraler Zugang gewählt, der die gleichzeitige Brachialis- und Gefäßsanierung erlaubt. Eine aktuelle Serie (n = 88) mit diesem Vorgehen berichtete 97 % exzellente funktionelle Ergebnisse (nach Flynn) [45].

Komplikationen

Kindliche suprakondyläre Humerusfrakturen heilen in > 90 % der Fälle ohne bleibende Schäden aus. Dennoch bleibt das Management anspruchsvoll, da ein breites Spektrum möglicher Komplikationen berücksichtigt und überwacht werden muss. Im Folgenden sind die wichtigsten Früh- und Spätkomplikationen, deren Häufigkeit, Risikofaktoren und Präventionsstrategien zusammengefasst.

Neurologische Komplikationen

Traumabedingte nervale Ausfälle (meist N. medianus/AIN) treten, wie oben beschrieben, bei ~ 10–20 % der dislozierten Frakturen auf. In > 90 % erfolgt eine spontane Erholung innerhalb von 4 Monaten. Ein systematisches neurologisches Monitoring (Dokumentation, Verlaufskontrollen, ggf. EMG ab Woche 6) ist hier in der Regel ausreichend. Erst bei fehlender Erholung über > 6 Monate oder sich verschlechternden Befunden wird eine Exploration empfohlen. Iatrogene Ul-

narisparesen entstehen fast nur bei medialer Pinning-Technik. Ein systematisches Review fand eine Gesamtrate von ~ 4 % (n = 179), wovon 91 % ohne Revision ausheilten. Ein frühes Entfernen des Drahtes brachte dabei keinen nennenswerten Vorteil. Wichtigste Prophylaxe ist die Schonung des N. ulnaris durch Vermeiden medialer Drähte oder Verwendung eines Mini-Zugangs [47–48].

Gefäßkomplikationen

Die meisten arteriellen Schäden sind Intimaverletzungen oder periostale Einklemmungen der A. brachialis. Bleibt nach Reposition der Puls aus (2–4 % PPH), reicht i.d.R. eine konsequente Überwachung aus – wie erwähnt, lag die Rate nachträglicher Spätschämien in der größten Metaanalyse unter 1 %. Eine tatsächliche Gefäßthrombose mit akuter Ischämie ist sehr selten (0,3–1,6 %). Entscheidend bleibt die frühe Reposition und, falls nötig, rechtzeitige gefäßchirurgische Intervention bei Zeichen mangelnder Perfusion [25, 49].

Akutes Kompartmentsyndrom

Extrem selten (< 0,5 %), aber potenziell verheerend. Prospektive Messungen zeigen kritische Kompartmentsdrücke v.a. bei Kombination mit Unterarmfrakturen („floating elbow“) oder Gefäßverletzungen. Frühwarnzeichen sind zunehmender Analgetikabedarf und Schmerz bei passiver Fingerstreckung. Wie oben betont, darf die Diagnosestellung nicht verzögert werden – im Zweifel niedrigschwellig invasive Druckmessung und umgehend Fasziotomie bei pathologischem Befund [47].

Infektionen

Oberflächliche Pin-Track-Infektionen treten bei etwa 1–5 % der Fälle auf und sprechen in > 95 % auf einfache Maßnahmen (Säubern, Verbandwechsel, orale Antibiotika) an. Tiefe Infektionen sind mit < 0,5 % sehr selten und erfordern die Drahtentfernung und i. v. Antibiose. Randomisierte Daten zeigen eine signifikante Reduktion oberflächlicher Infekte durch versenkte Drähte (12,5 % vs. 27,5 %), jedoch wiegt der Mehraufwand (OP in Narkose) diese Vorteile oft auf (s.o.). Konsequente sterile Pin-Pflege und wö-

chentlicher Verbandswechsel sind essenziell zur Infektionsprävention [50].

Mechanische Probleme

Pin-Migration (Wanderung/Lockerung der Drähte) und sekundäre Fragmentdislokation sind die Hauptgründe ungeplanter Re-Operationen, mit einer Inzidenz von etwa 1–3 %. Ursachen sind meist eine unzureichende Fixation (zu wenige oder falsch platzierte Drähte) oder frühzeitige Belastung. Daher sollten immer mindestens 2 stabile, über beide Kortikalis verankerte Drähte gesetzt werden. Ebenso wird bei klinischem Verdacht auf Dislokation eine Lagekontrolle empfohlen. So lassen sich Dislokationen rechtzeitig erkennen und ggf. korrigieren [51].

Cubitus-varus/-valgus-Deformität

Achsfehlstellungen, insbesondere ein Cubitus varus, stellen die häufigste Spätkomplikation dar (rund 3–14 % der Fälle, in einzelnen Serien bis 40 %). Ursache ist meist eine Malreduktion in der Frontalebene (Persistenz einer Varusfehlstellung) oder eine übersehene Rotationsfehlstellung, gelegentlich auch das Unterlassen einer Fixierung bei Typ II B-Fraktur. Neuere 3D-Analysen zeigen, dass sich ein einmal entstandener Varus kaum spontan remodelliert. Ein Varus > 10° ist kosmetisch auffällig, funktionell relevant (häufig Streckdefizit) und prädisponiert langfristig für eine Ulnarisneuropathie sowie posterolaterale Rotationsinstabilität des Ellenbogens. Leichte Achsfehler (< 5°) können toleriert werden. Bei stärkerer Deformität oder Beschwerden sollte eine Korrekturosteotomie (z.B. Dome-Osteotomie) erfolgen, die in Studien sehr gute Ergebnisse erzielt. Wichtigste Prävention einer Achsfehlheilung ist die sorgfältige Reposition unter Bildwandler und die Überprüfung des Baumann-Winkels intra- und postoperativ (Ziel ± 4 –5° zur Gegenseite) [52, 53].

Bewegungseinschränkung

Etwa 4–10 % der Patientinnen und Patienten zeigen 3 Monate post OP noch ein relevantes Bewegungsausmaß-Defizit (> 5°). In den allermeisten Fällen verbleiben jedoch < 5° Dauerdifferenz

(praktisch volle Funktion) nach knöcherner Konsolidierung. Risikofaktoren sind eine verspätete Versorgung (> 4 h) oder eine überlange Immobilisationsdauer (> 4 Wochen). Zur Prophylaxe sollte nach Drahtentfernung frühzeitig mit aktiven Bewegungsübungen begonnen werden. Formelle Physiotherapie ist in der Regel nicht nötig – eine RCT fand keinen funktionellen Vorteil gegenüber einem angeleiteten Heimübungsprogramm. Erst wenn auch 6 Wochen nach Abnahme der Ruhigstellung kaum Besserung (weniger als 10° Zuwachs der Beugung/Streckung) erzielt wurde, sollte krankengymnastisch oder ggf. operativ (Arthrolyse in < 1%) interveniert werden.

Späte Ulnarisneuropathie

Ein Cubitus varus begünstigt Jahre später das Auftreten eines Sulcus-ulnaris-Syndroms (chronische Irritation des N. ulnaris am medialen Epicondylus). Diese „tardy ulnar palsy“ ist insgesamt selten (< 1%), tritt aber fast ausschließlich bei Patientinnen und Patienten mit persistierender Varusfehlstellung auf. Bei Symptomen (Parästhesien ulnarseitig, Kraftminderung) sollte eine korrektive Osteotomie zur Achsnormalisierung erwogen werden, um den Nervendruck zu beseitigen.

Prävention

Die genannten Maßnahmen zur Vermeidung von Komplikationen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: sorgfältige Reposition unter Bildwandler-Kontrolle (Baumann-Winkel und AHL überprüfen), bevorzugt laterale Pinning-Technik (2–3 Drähte) und falls mediales Pinning nötig, nur mit offenem Schutz des N. ulnaris, strikte sterile Pin-Pflege mit regelmäßigen Verbandswechseln, engmaschiges Monitoring der Durchblutung und Motorik post OP (anfangs alle 15–30 min), sowie frühzeitige Mobilisation nach Drahtentfernung.

Nachbehandlung und Prognose

Nach geschlossener Reposition und CRPP wird der Arm typischerweise in einer Oberarmschiene oder einem gut gepolsterten Oberarmgips bei ~ 60–70° Flexion und neutraler Unter-

armrotation gelagert. Bei unkompliziertem Verlauf können die Drähte nach 3–4 Wochen ambulant und in der Regel ohne Sedierung entfernt werden. Eine prospektive Studie (2025) fand keinen Unterschied im Outcome, ob in den ersten 3 Wochen zusätzliche Klinikvorstellungen oder planmäßige Pin-Track-Kontrollen durchgeführt wurden – beides brachte keinen nachweisbaren Nutzen [54]. Demnach genügen eine Abschlussuntersuchung und Röntgenkontrolle zur Drahtentfernung. Das Schmerzmanagement erfolgt mit oralen Analgetika, stärkere Maßnahmen sind selten erforderlich. Eine US-Studie empfiehlt bei ängstlichen Kindern Ablenkungsstrategien für die Drahtentfernung, da der Eingriff kurz, aber psychisch belastend sein kann [55].

Aktive Bewegungsübungen sollen sofort nach Pin-Entfernung begonnen werden. Ein RCT von Schmale et al. zeigte keinen Vorteil einer Physiotherapie gegenüber einem angeleiteten Heimübungsprogramm hinsichtlich Alltagsfunktionen, Sport-Rückkehr oder Bewegungsumfang. In einer Längsschnittserie (n = 121) wurden ~ 72% des kontralateralen Bewegungsumfangs nach 6 Wochen, ~ 86% nach 12 Wochen, ~ 94% nach 26 Wochen und ~ 98% nach 1 Jahr erreicht. Folglich ist Physiotherapie nur bei Kindern indiziert, die 6 Wochen post OP < 10° Bewegungsgewinn erzielen, wesentliche neurologische Komorbiditäten (z.B. infantile Zerebralparese) haben oder nach offener Reposition sekundäre Weichteiladhäsionen entwickeln [56, 57].

Die Rückkehr zu Alltagsaktivitäten und sportlicher Belastung erfolgt erstaunlich früh: Mehrere Studien und Leitlinien heben hervor, dass Schulsport und Spielen ab Woche 6 post OP sicher wieder möglich sind, sofern eine schmerzfreie, volle Funktionsfähigkeit besteht. Routinemäßige Röntgenkontrollen darüber hinaus ändern das Management nicht und sind verzichtbar. Auf Kontaktsportarten (z.B. Fußball, Klettern) sollte gewartet werden, bis die Beweglichkeit komplett und die Kraft seitengleich zurückgekehrt ist – meist nach etwa 8–10 Wochen [58].

Die Flynn-Kriterien (Schwenkwinkel-Differenz und Bewegungsdefizit,

jeweils in °) sind weiterhin Goldstandard zur Beurteilung des Ergebnisses:

- < 5° Differenz = „excellent“
- < 10° = „good“
- < 15° = „fair“, ≥ 15° = „poor“

Eine Meta-Analyse von 2023 (n = 2418) berichtete 92% exzellente und 6% gute Gesamtergebnisse nach CRPP. Verschiedene Faktoren können das Langzeit-Outcome beeinflussen: In einer aktuellen prospektiven Studie führten hochgradige Frakturen (Gartland III/IV) zu etwas längerer Rehabilitation und häufigerem Restvarus. Residuale Rotationsfehler oder eine Baumann-Winkel-Abweichung > 5° post OP gingen in einer Fall-Kontroll-Studie signifikant mit häufigeren Korrekturosteotomien und kosmetischen Defiziten einher. Kombinierte Verletzungen wie ein „floating elbow“ oder initiale Gefäßläsionen erhöhten in einer Analyse eines Level-I-Trauma-Centers das Kompartmentsyndromrisiko und verlängerten die Rehabilitationsdauer. Insgesamt erreichen jedoch mit adäquatem Management > 95% der Kinder innerhalb von 3–6 Monaten wieder volle Alltags- und Sportfähigkeit, einen unauffälligen Ellenbogen (ohne nennenswerte Achsfehlstellung) und normale Kraft. Spätkorrekturen (meist Varus-Osteotomien) werden nur bei < 2% erforderlich [59–62].

Interessenkonflikte:

Keine angegeben



Foto: UK Erlangen

Korrespondenzadresse

Dr. med. Jonas Scheidig
Universitätsklinikum Erlangen
Unfallchirurgische und Orthopädische
Klinik
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg
Krankenhausstr. 12
91054 Erlangen
jonas.scheidig@uk-erlangen.de

CME-Fragen:

1. Welche Aussage zur Epidemiologie suprakondylärer Humerusfrakturen trifft zu?

- a) Sie betreffen überwiegend Säuglinge < 1 Jahr.
- b) Der Altersgipfel liegt zwischen 5 und 7 Jahren.
- c) Mädchen sind doppelt so häufig betroffen wie Jungen.
- d) < 5 % aller Ellenbogenfrakturen im Kindesalter sind suprakondylär.
- e) Sie treten primär als Flexionsfrakturen auf.

2. Die Rogers-Linie (Anterior-Humeral-Line) wird gemessen auf ...

- a) der true-a.p.-Projektion des Ellenbogens.
- b) der streng lateralen 90°-Aufnahme des Ellenbogens.
- c) der trans-epicondylären intraoperativen Kontrolle.
- d) einem Schrägbild mit 45° Innenrotation.
- e) einer Computertomografie-Rekonstruktion.

3. Welcher Nerv ist präoperativ am häufigsten paretisch?

- a) N. ulnaris
- b) N. medianus / Anterior-Interosseus-Ast
- c) N. musculocutaneus
- d) N. axillaris
- e) N. tibialis

4. Eine „pink pulseless hand“ nach Reposition und Pinning wird laut Leitlinien zunächst...

- a) sofort vaskularchirurgisch exploriert.
- b) engmaschig mittels Doppler überwacht („watchful waiting“).

- c) 12 Stunden in Gips ruhiggestellt und dann erneut reponiert.
- d) mit Heparin-Bolus behandelt.
- e) mittels CT-Angiographie und Stent versorgt.

5. Rein lateral eingebrachte Kirschner-Drähte...

- a) erhöhen das Risiko einer Ulnarisläsion.
- b) sind torsionsstabiler als gekreuzte Pins.
- c) senken das Risiko einer iatrogenen Ulnarisläsion.
- d) erfordern zwingend eine postoperative Spica-Gipsruhigstellung.
- e) sind bei Flexionstyp-Frakturen kontraindiziert.

6. Nach aktueller Evidenz weisen versenkte („buried“) Kirschnerdrähte gegenüber exponierten Drähten welche Eigenschaft auf?

- a) Sie eliminieren tiefe Pin-Track-Infektionen vollständig.
- b) Exponierte Drähte verursachen signifikant mehr Revisionseingriffe wegen Migration.
- c) Sie halbieren die Rate oberflächlicher Pin-Track-Infektionen, erfordern aber meist eine Zweitoperation in Narkose zur Entfernung.
- d) Exponierte Drähte führen häufiger zu Hauterosionen als versenkte Drähte.
- e) Die Gesamtbehandlungskosten sind bei versenkten Drähten niedriger.

7. Für Gartland Typ I-Frakturen gilt als Therapie der Wahl:

- a) Sofortige CRPP mit 3 Drähten

- b) Offene Reposition und Platte
- c) Ruhigstellung im gut modellierten Oberarmgips
- d) Blount-Schlinge in Hyperflexion > 110°
- e) Fixateur externe

8. Ein als normal geltender Baumann-Winkel beträgt:

- a) < 50°
- b) 54–60°
- c) 64–81°
- d) > 90°
- e) Altersunabhängig stets 45°

9. Bei posteromedialer Dislokation erleichtert die geschlossene Reposition typischerweise...

- a) Supination des Unterarms.
- b) Pronation des Unterarms.
- c) Ellbogenextension um 30°.
- d) Valgusstress im a.p.-Bild.
- e) Axiale Kompression ohne Rotationskomponente.

10. Eine postoperativ verbleibende Baumann-Winkel-Abweichung > 5° zur Gegenseite erhöht primär das Risiko für...

- a) Pin-Migration
- b) spätere Cubitus-varus-Deformität
- c) Myositis ossificans
- d) Frühinfektion der Pin-Kanäle
- e) transiente Radialisparese

Die Teilnahme an der CME-Fortbildung ist nur online möglich auf der Website www.online-oup.de.