

Obere Extremität 2019 · 14:27–32
<https://doi.org/10.1007/s11678-018-0493-x>
 Eingegangen: 11. September 2018
 Angenommen: 19. Oktober 2018
 Online publiziert: 19. November 2018
 © Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von
 Springer Nature 2018



Michael Hackl · Tim Leschinger · Lars Peter Müller · Kilian Wegmann

Schwerpunkt für Unfall-, Hand- und Ellenbogenchirurgie, Universitätsklinik zu Köln, Köln, Deutschland

Evidenzbasierte Behandlung der ligamentären Ellenbogenluxation

Das Ellenbogengelenk zeichnet sich durch ein hohes Maß an knöcherner Kongruenz aus. Eine rein ligamentäre Luxation ohne knöcherne Begleitverletzung ist so nur durch eine ausgedehnte Verletzung von Weichteilstrukturen, respektive des Kapsel-Band-Apparats und der umgebenden Ober- bzw. Unterarmmuskulatur, möglich. Angesichts der Komplexität dieser Pathologie ist der traditionelle Begriff der „einfachen Ellenbogenluxation“ heute nicht mehr zeitgemäß und wurde durch den Terminus der „ligamentären Ellenbogenluxation“ abgelöst. Wenngleich die konservative Therapie in der Regel zu zufriedenstellenden Ergebnissen führt, beklagen etwa zwei Drittel der Patienten persistierende Beschwerden [1]. Der nachfolgende Artikel soll daher einen evidenzbasierten Überblick über die Behandlung der ligamentären Ellenbogenluxation schaffen.

Epidemiologie und Pathogenese

Die ligamentäre Ellenbogenluxation weist eine Inzidenz von etwa 5–6 pro 100.000 Personen pro Jahr auf und gehört damit zu einer der häufigsten Gelenkluxationen beim Erwachsenen [20, 41]. Ungefähr die Hälfte aller Verletzungen treten im Rahmen von Sportunfällen auf [41]. Männer und Frauen sind gleichermaßen von dieser Pathologie betroffen; es zeigt sich jedoch ein bimodales Verteilungsmuster. Während in den ersten 4 Lebensdekaden vorrangig Männer Ellenbogenluxationen erleiden, steigt die Inzidenz bei Frauen v.a. im Alter [41].

Der Unfallmechanismus ist zumeist ein Sturz auf das dorsale extendierte Handgelenk in Supination des Unterarms und leichter Flexion im Ellenbogen. Fitzpatrick et al. [10] konnten im Rahmen einer biomechanischen Studie zeigen, dass die Supinationsstellung das Auftreten einer ligamentären Luxation begünstigt, während bei pronierter Unterarmposition vorrangig Luxationsfrakturen entstehen.

O'Driscoll et al. [30] beschrieben im Jahre 1992 in Form der „Ring-Theorie“ den posterolateralen Luxationsmechanismus. Dieser beginnt durch eine Ruptur des lateralen ulnaren Kollateralbands (LUCL) und schreitet von dort ausgehend zirkumferentiell nach medial fort. Eine Ruptur des ulnaren Kollateralbands (UCL) tritt dabei nur fakultativ auf [30]. Demgegenüber haben andere Studien gezeigt, dass Luxationen zumeist mit einem initialen Valgusmoment vergesellschaftet sind [39]. Dieses bedingt ein „disengaging“ oder „Entkopplern“ zwischen Trochlea und Koronoid und ermöglicht in der Folge eine posterolaterale Luxation. Hierbei scheint es sich klinisch um den häufigsten Luxationsmechanismus zu handeln [19, 38]. Seltener treten posteromediale oder reine Valgusluxationen auf [32].

» Typischerweise treten Bandrupturen am humeralen Ursprung auf

Typischerweise treten Bandrupturen am humeralen Ursprung auf, seltener finden sich distale Avulsionen. Bei akut-auf chronischen Läsionen werden auch in-

traligamentäre Zerreißen beobachtet [26].

Klinische Untersuchung und Diagnostik

Bei Verdacht auf eine Ellenbogenluxation, die klinisch durch eine Deformität des Ellenbogens gekennzeichnet ist, erfolgt zunächst eine konventionelle Röntgenbildgebung des Ellenbogens in 2 Ebenen, um einerseits die Luxation zu verifizieren und um andererseits relevante knöcherne Begleitverletzungen auszuschließen, die möglicherweise einer geschlossenen Reposition entgegenstehen.

» Vor und nach Reposition ist die pDMS zu untersuchen und zu dokumentieren

Nach Diagnosestellung und Überprüfung des neurovaskulären Status sollte die geschlossene Reposition erfolgen. Diese kann sowohl in Rücken- als auch in Bauchlage in der Einhelfer- oder Zweihelfermethode erfolgen. Unabhängig von der Technik ist auf eine langsame Reposition des Gelenks unter konstantem axialen Zug zu achten [11]. Die geschlossene Reposition ist in etwa 98,5 % der Fälle erfolgreich. Lediglich in etwa 1,5 % der Fälle gelingt eine geschlossene Reposition und Retention – entweder bedingt durch ein Repositionshindernis oder eine unmittelbare Relaxation – nicht und erfordert u.U. ein primär operatives Vorgehen [25]. Das weibliche Geschlecht und ein höheres Patientenalter sind Prädiktoren für ein Scheitern der geschlossenen Reposition [25].



Abb. 1 ▲ Rehabilitation nach Ellenbogenluxation: **a** Aufhebung von Varusstress durch Unterstützung des verletzten Arms in horizontaler Position mit der kontralateralen Hand. **b, c** Die Beübung des Ellenbogens über Kopf führt zu einer passiven Zentrierung des Gelenks entlang der Schwerkraft und hebt Distraktionskräfte auf (Aus [14])

Nach erfolgreicher Reposition kann die Gelenkstabilität unter Varus- und Valgusstress sowie unter Flexion und Extension untersucht und dokumentiert werden, fakultativ unter Zuhilfenahme eines Bildwandlers. Nach Ruhigstellung im Oberarm-Cast (in der Regel in 90° Flexion, in Abhängigkeit der Instabilitätsrichtung in Supination bei führend medialer Pathologie, in Pronation bei führend lateraler Pathologie oder in Neutralstellung bei bilateralen Läsionen) muss die Reposition mittels Röntgen dokumentiert und erneut die periphere Durchblutung, Motorik und Sensibilität überprüft werden.

Bei Verdacht auf knöcherne Begleitverletzungen ist die Indikation zur Computertomographie (CT) großzügig zu stellen. Die Magnetresonanztomographie (MRT) hat nur selten eine klinische Relevanz und hat daher in der Akutsituation nur in Ausnahmefällen (z. B. Repositionshindernis durch interponierten Kapsel-Band-Apparat) eine potenzielle Indikation [3, 22]. Nach erfolgter Reposition wird von einigen Autoren die Durchführung einer MRT-Untersuchung innerhalb der ersten Woche nach Trauma zur Beurteilung der Verletzungsschwere bevorzugt [34].

Therapie

Konservative Therapie – frühfunktionell vs. Immobilisierung

Die nichtoperative Therapie stellt den evidenzbasierten Behandlungsstandard bei der ligamentären Ellenbogenluxation dar [12]. Dabei konnten Mehlhoff et al. [27] bereits vor 30 Jahren in ihrem retrospektiven Kohortenvergleich aufzeigen, dass das klinische Ergebnis invers mit der Dauer der Ruhigstellung korreliert. Patienten mit längerer Immobilisierung litten häufiger unter Schmerzen und unter subjektiven Instabilitätsgefühlen. Insbesondere für die Ausprägung einer Flexionskontraktur konnte ein nahezu linearer Zusammenhang zur Dauer der Gipsruhigstellung dargelegt werden [27].

» Die frühfunktionelle Behandlung stellt den Standard bei der ligamentären Ellenbogenluxation dar

Aufbauend auf diesen Ergebnissen führten Riel et al., Schippinger et al. [35] und Maripuri et al. [24] ähnliche retrospektive Vergleichsstudien durch, die ebenso den Vorteil einer frühfunktionellen Nachbehandlung bestätigten [33]. Rafai et al. [31] publizierten im Jahre 1999 die erste randomisiert-kontrollierte Studie zur konservativen Therapie der ligamentären Ellenbogenluxation, die jedoch eine Rei-

he an methodischen Schwächen aufweist. Die Autoren verglichen die frühfunktionelle Therapie mit einer 3-wöchigen Immobilisation; die Art der Randomisierung bleibt unklar und Informationen zur Verblindung der Probanden bzw. der Untersucher fehlen. Darüber hinaus wurde lediglich der Bewegungsumfang ausgewertet und keine Scores oder andere patientenzentrierte Ergebnisparameter erhoben. Letztlich kann der Studie entnommen werden, dass ein Jahr nach Ellenbogenluxation bei Patienten mit 3-wöchiger Ruhigstellung häufiger Bewegungseinschränkungen verblieben als in der Gruppe der frühfunktionellen Therapie. Ob es sich dabei um einen statistisch signifikanten Unterschied handelt, geht aus der Studie nicht hervor [31].

Mehr „Licht“ ins verbliebene „Dunkel“ brachte letztlich im Jahre 2017 die Publikation der Resultate des sog. „FuncSiE Trials“ [16]. Diese randomisiert-kontrollierte Studie anhand 100 Patienten (frühfunktionelle Nachbehandlung vs. 3 Wochen Immobilisation) mit einem Follow-up von 12 Monaten konnte folgende Erkenntnisse liefern:

- Eine kurzfristige Immobilisation (maximal eine Woche) führt zu einer signifikanten Schmerzreduktion in den ersten Tagen nach Luxation.
- Patienten mit Nachbehandlung ohne Gipsruhigstellung erreichen früher wieder ein funktionelles Bewegungsausmaß und kehren schneller an den Arbeitsplatz zurück.

- Ein Jahr nach der Verletzung finden sich keine relevanten Unterschiede im klinischen Ergebnis bzw. hinsichtlich der Komplikationsraten zwischen beiden Gruppen [16].

Wie frühfunktionell behandeln?

Der Begriff der „frühfunktionellen Nachbehandlung“ wird zwar im Rahmen der Therapie von Ellenbogenluxationen häufig verwendet, eine genaue Definition fehlt jedoch zumeist. Grundsätzlich soll die frühfunktionelle Therapie eine aktiv assistierte Mobilisation des Ellenbogens unter Vermeidung von Belastung sowie Valgus- und insbesondere Varusstress beinhalten (■ **Abb. 1a**). Wie lange diese Restriktionen einzuhalten sind, lässt sich anhand der zur Verfügung stehenden Literatur nicht konkret angeben. Häufig wird ein Zeitraum von 6 Wochen genannt [37, 40].

Biomechanische Studien konnten zeigen, dass – in Abhängigkeit der Instabilitätsrichtung – die Unterarmrotation

benutzt werden kann, um eine sichere Nachbehandlung zu gewährleisten. Die Pronation des Unterarms stabilisiert gegenüber Varusbelastungen und ist somit bei vorrangig lateraler Weichteilverletzung zu bevorzugen [8, 9]. Bei medial betonter Pathologie ermöglicht die Rehabilitation in Supination eine Neutralisierung von Valguskraften [2].

Schreiber et al. [37] propagieren die Nachbehandlung in Form eines „Über-Kopf-Protokolls“ (■ **Abb. 1b**). Die Beübung des Ellenbogens über Kopf führt zu einer passiven Zentrierung des Gelenks entlang der Schwerkraft und hebt Distraktionskräfte auf. Dies soll einerseits die frühzeitige Rehabilitation für den Patienten erleichtern und andererseits die Einheilung der rupturierten Seitenbänder verbessern [37]. Während die Autoren über gute klinische Ergebnisse dieser Behandlungsmethode berichten, fehlen aktuell noch vergleichende Studien, die den Benefit des „Über-Kopf-Protokolls“ belegen.

Die Verwendung von dynamischen Orthesen erfreut sich in den vergangenen Jahren zunehmender Beliebtheit. In einer biomechanischen In-vitro-Studie konnte jedoch kein Vorteil durch eine Orthesenbehandlung hinsichtlich Stabilisierung des Gelenks gefunden werden [23]. Vergleichende klinische Daten sind derzeit noch nicht verfügbar.

Konservativ wird alles gut – und operativ noch besser?

Während die konservative Behandlung der Ellenbogenluxation in der Mehrheit der Fälle zu zufriedenstellenden Ergebnissen führt, spiegelt v. a. die Studie von Anakwe et al. [1] wider, dass bleibende Beschwerden eher die Regel als die Ausnahme darstellen. Die Autoren untersuchten 110 Patienten, die eine ligamentäre Ellenbogenluxation erlitten, nach einem mittleren Follow-up von 88 Monaten nach und fanden bleibende Bewegungseinschränkungen bei 56 %, verbliebene Schmerzen bei 62 % und ein sub-

Hier steht eine Anzeige.

jektives Instabilitätsgefühl bei 8 % ihrer Patienten [1].

Angesichts dieser Daten ergibt sich unweigerlich die Frage, ob ein operatives Vorgehen zu zuverlässigeren Resultaten führt. Josefsson et al. [18] nahmen sich bereits im Jahr 1987 dieser Frage an und führten eine randomisiert-kontrollierte Studie anhand 30 Patienten durch, die nach ligamentärer Ellenbogenluxation entweder operativ oder konservativ behandelt wurden. Wenngleich diese Studie eine Vielzahl an methodischen Schwächen aufweist, so geht aus ihr doch hervor, dass eine chirurgische Bandnaht nicht zwingend das bessere klinische Resultat hervorbringt.

Wann muss operiert werden?

Diese Erkenntnis führt zu der Fragestellung, welche Ellenbogenluxationen von einer operativen Intervention profitieren. Klar ist, dass bei offenen Luxationen, strukturellen Gefäß-Nerven-Verletzungen und bei Repositionshindernissen bzw. frustraner geschlossener Reposition ein operatives Vorgehen angezeigt ist. In den restlichen Fällen gilt es das Ausmaß der Weichteilverletzung zu berücksichtigen, da dieses nachweislich negativ mit dem klinischen Outcome korreliert [12]. Leider liefert die zur Verfügung stehende Literatur bis zum heutigen Tage keinen konkreten Aufschluss darüber, ab welchem Instabilitätsgrad eine operative Intervention indiziert ist. Schnetzke et al. [36] versuchten sich im Rahmen eines retrospektiven Kohortenvergleichs dieser Thematik zu nähern. Die Patienten in ihrer Studie wurden retrospektiv anhand einer bildwandlergestützten Stabilitätstestung unmittelbar nach Reposition in drei Gruppen eingeteilt:

- gering instabil (<10° Varus-Valgus-Aufklappbarkeit),
- mittelgradig instabil (10–20°) und
- hochgradig instabil (>20°).

Während alle Patienten der Gruppe 1 konservativ und alle Patienten der Gruppe 3 operativ mit zufriedenstellenden Ergebnissen behandelt wurden, ergab sich eine Diskrepanz in Gruppe 2: Hier erfolgte etwa gleich häufig eine konservative wie operative Therapie (19 vs. 22). Da-

Obere Extremität 2019 · 14:27–32 <https://doi.org/10.1007/s11678-018-0493-x>
© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2018

M. Hackl · T. Leschinger · L. P. Müller · K. Wegmann

Evidenzbasierte Behandlung der ligamentären Ellenbogenluxation

Zusammenfassung

Die Behandlung der ligamentären Ellenbogenluxation erfolgt in den meisten Fällen konservativ. Dabei stellt die frühfunktionelle Rehabilitation den evidenzbasierten Behandlungsstandard dar. Eine Ruhigstellung sollte allenfalls für wenige Tage erfolgen. Die Indikationsstellung zur operativen Behandlung wird weiterhin diskutiert. Während die operative Therapie dem konservativen Vorgehen nicht grundsätzlich überlegen ist, hat sie bei höhergradiger Instabilität durchaus

ihre Daseinsberechtigung. Die Grenzen sind dabei fließend und in der aktuellen Literatur nur unvollständig abgebildet, was die Behandlung der ligamentären Ellenbogenluxation im klinischen Alltag erschwert.

Schlüsselwörter

Unterarmmuskulatur · Evidenz · Oberarmmuskulatur · Ulnares Kollateralband · Gelenkinstabilität

Evidence-based treatment of ligamentous elbow dislocation

Abstract

Ligamentous elbow dislocation is treated conservatively in the majority of cases. Early functional rehabilitation represents the evidence-based standard of care. Immobilization should only be performed for a few days. The indications for surgical treatment remain the subject of discussion. While surgical treatment does not necessarily provide superior results when compared to conservative treatment, it is warranted in cases of pronounced instability. The

transitions from one to another are fluent and only incompletely depicted in the current literature, making it difficult to treat ligamentous elbow dislocations in everyday clinical practice.

Keywords

Lower arm musculature · Evidence · Upper arm musculature · Ulnar collateral ligament · Joint instability

bei zeigte sich ein zuverlässigeres klinisches Ergebnis in der operativ behandelten Gruppe [36]. Wenngleich das Studiendesign relevante Limitationen aufweist (allen voran die Untersucherabhängigkeit und unzureichende Objektivierbarkeit der Varus-Valgus-Aufklappbarkeit), zeigt sie dennoch auf, dass ein gewisser Teil der Patienten mit Ellenbogenluxation von einer operativen Versorgung zu profitieren scheinen. Eine klare Empfehlung lässt sich aus dieser Studie jedoch nicht ableiten.

» Ein engmaschiges klinisches Follow-up nach Ellenbogenluxation ist nötig

Wenngleich in der Literatur nur unvollständig abgebildet, so bleibt für die Praxis festzuhalten, dass ein engmaschiges

klinisches Follow-up nach Ellenbogenluxation nötig ist, um den Behandlungsfortschritt (Besserung der Beweglichkeit mit Erreichen eines funktionellen Bogens in den ersten Wochen nach Trauma, Fähigkeit des Patienten, den Ellenbogen bei alltäglichen Bewegungen im Raum, z. B. bei Einwirkung von Varuskraften durch horizontale Positionierung des Unterarms, aktiv zu stabilisieren etc.) sicherzustellen und so frühzeitig Komplikationen (persistierende Subluxation, Relaxation, instabilitätsbedingte Gelenksteife, Blockaden durch freie Gelenkkörper etc.) zu erkennen, die eine Änderung des Therapieregimes nötig machen. Nachgewiesene Risikofaktoren für Komplikationen bzw. ein schlechteres Outcome stellen ein höheres Patientenalter, weibliches Geschlecht und Adipositas dar [1, 5, 41].

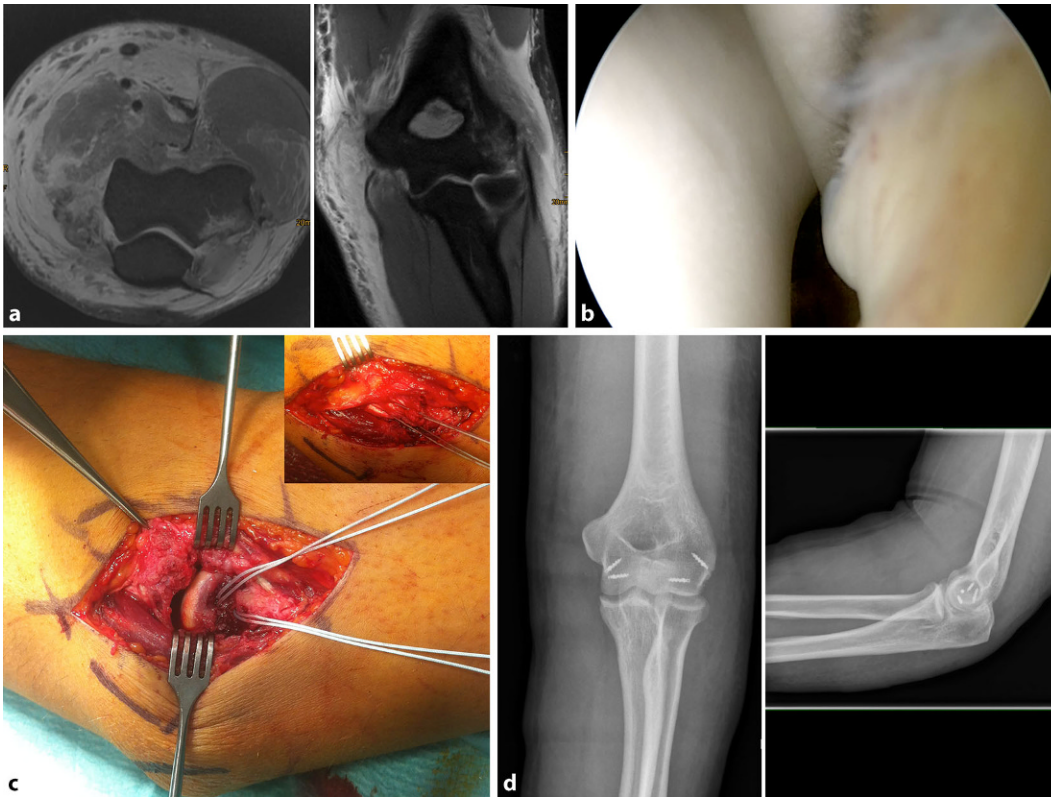


Abb. 2 ◀ Operative Bandnaht einer Ellenbogenluxation bei hochgradiger Instabilität: **a** Präoperatives MRT mit Darstellung der ausgedehnten Weichteilverletzung medial und lateral. **b** Intraoperativer Arthroskopiebefund mit ulnohumeralem Drive-through-Phänomen. **c** Intraoperativer Situs der lateralen Kollateralbandrefixation nach Einbringen zweier Fadenanker und nach Anschlingen des Kollateralbandkomplexes samt Extensorenursprung (*rechts oben*). **d** Postoperatives Röntgen des Ellenbogens in 2 Ebenen

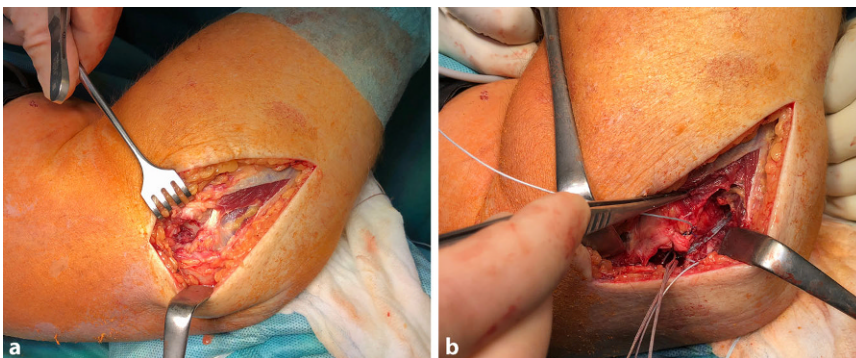


Abb. 3 ▲ Intraoperativer Situs bei „internal bracing“ des lateralen Kollateralbands (LCL). **a** Darstellung des rupturierten LCL und Extensorenursprungs. **b** Situs nach Bandnaht und Verschluss der Kapsel mit additiver Bandaugmentation („internal bracing“) mit einem FiberTape® (Arthrex GmbH, München)

Operationstechnik

Zur operativen Stabilisierung des Ellenbogengelenks nach Luxation stehen unterschiedliche Methoden zur Verfügung. Die gängigsten Operationstechniken lauten wie folgt:

- offene transossäre Bandnaht oder Bandnaht mithilfe von Fadenankern (medial und/oder lateral in Abhängigkeit der Instabilitätsrichtung/-ausprägung [4, 6, 17, 21, 28, 29]; **Abb. 2**),

- arthroskopisch-gestützte Bandnaht des lateralen Kollateralbands [29],
- Bandnaht in Kombination mit Anlage eines Bewegungsfixateurs [6],
- Bandnaht mit zusätzlicher Bandaugmentation ([7]; **Abb. 3**),
- Geschlossene Reposition und Anlage eines Bewegungsfixateurs [15].

Die klinischen Ergebnisse nach operativer Stabilisierung sind i. Allg. gut mit durchschnittlichen Mayo Elbow Performance Score bzw. Broberg/Morrey Score von 90–95 Punkten. Die häufigsten Kom-

plikationen umfassen persistierende Instabilitäten, postoperative Gelenksteifen und Ulnarisneuropathien [6, 13, 17, 28].

Es fehlen vergleichende Studien, um die klinischen Ergebnisse der jeweiligen Operationstechniken untereinander sowie mit der konservativen Behandlung zu vergleichen. Hinsichtlich des Versorgungszeitpunkts ist eine frühzeitige operative Intervention ratsam, die klinischen Ergebnisse unterscheiden sich nach aktueller Datenlage jedoch nicht von denen nach verzögerter Bandnaht (>30 Tage nach Trauma) [4, 29].

Fazit für die Praxis

- Die ligamentäre Ellenbogenluxation stellt eine komplexe Weichteilverletzung dar, deren Schweregrad die Prognose bestimmt.
- Die frühfunktionelle Behandlung stellt den evidenzbasierten Behandlungsstandard dar.
- Eine kurzzeitige Immobilisation (maximal eine Woche) kann zur Schmerzreduktion sinnvoll sein. Längere Ruhigstellung verlängert unnötig die Rekonvaleszenzzeit.

- Etwa zwei Drittel aller Patienten klagen über persistierende Schmerzen, Gelenksteife und/oder ein subjektives Instabilitätsgefühl.
- Die operative Behandlung ist der konservativen Therapie nicht grundsätzlich überlegen, scheint jedoch bei höhergradigen Instabilitäten zu zuverlässigeren klinischen Ergebnissen zu führen.

Korrespondenzadresse



Dr. Michael Hackl
Schwerpunkt für Unfall-, Hand- und Ellenbogenchirurgie, Universitätsklinik zu Köln
Kerpener Straße 62,
50937 Köln, Deutschland
michael.hackl@uk-koeln.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. Beratertätigkeit für die Firma Medartis, die Firma Wright/Tornier und die Firma Arthrex (L. P. Müller, K. Wegmann). Beratertätigkeit für die Firma Arthrex (M. Hackl). Unterstützung von Forschungsprojekten durch die Firma Medartis und die Firma Arthrex (M. Hackl, T. Leschinger, L. P. Müller, K. Wegmann). Finanzierung eines Forschungsstipendiums durch die Firma Arthrex (M. Hackl). Finanzierung eines Reisestipendiums durch die Firma Wright/Tornier (M. Hackl). Finanzierung eines Reisestipendiums durch die Firma medi (T. Leschinger).

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

1. Anakwe RE, Middleton SD, Jenkins PJ, McQueen MM, Court-Brown CM (2011) Patient-reported outcomes after simple dislocation of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 93:1220–1226
2. Armstrong AD, Dunning CE, Faber KJ, Duck TR, Johnson JA, King GJ (2000) Rehabilitation of the medial collateral ligament-deficient elbow: an in vitro biomechanical study. *J Hand Surg Am* 25:1051–1057
3. Atkinson CT, Pappas ND, Lee DH (2014) Irreducible posterolateral elbow dislocation. *Am J Orthop* 43:E34–E36
4. Daluiski A, Schrupf MA, Schreiber JJ, Nguyen JT, Hotchkiss RN (2014) Direct repair for managing acute and chronic lateral ulnar collateral ligament disruptions. *J Hand Surg Am* 39:1125–1129
5. Damodar D, Berglund DD, Vakharia RM, Mijic D, Kalandiak SP, Levy JC (2018) Morbid obesity and 1-year costs after elbow dislocation. *J Orthop* 15:817–819
6. Duckworth AD, Ring D, Kulijidian A, McKee MD (2008) Unstable elbow dislocations. *J Shoulder Elb Surg* 17:281–286
7. Dugas JR, Walters BL, Beason DP, Fleisig GS, Chronister JE (2016) Biomechanical comparison of ulnar collateral ligament repair with internal bracing versus modified jobe reconstruction. *Am J Sports Med* 44:735–741
8. Dunning CE, Zarzour ZD, Patterson SD, Johnson JA, King GJ (2001) Ligamentous stabilizers against posterolateral rotatory instability of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 83-A:1823–1828
9. Dunning CE, Zarzour ZD, Patterson SD, Johnson JA, King GJ (2001) Muscle forces and pronation stabilize the lateral ligament deficient elbow. *Clin Orthop Relat Res* 388:118–124
10. Fitzpatrick MJ, Diltz M, McGarry MH, Lee TQ (2012) A new fracture model for “terrible triad” injuries of the elbow: influence of forearm rotation on injury patterns. *J Orthop Trauma* 26:591–596
11. Gottlieb M, Schiebout J (2018) Elbow dislocations in the emergency department: a review of reduction techniques. *J Emerg Med* 54:849–854
12. Hackl M, Beyer F, Wegmann K, Leschinger T, Burkhardt KJ, Muller LP (2015) The treatment of simple elbow dislocation in adults. *Dtsch Arztebl Int* 112:311–319
13. Hackl M, Wegmann K, Leschinger T, Borda A, Müller LP (2016) Prospective short-term results of arthroscopic elbow arthrolysis. *Obere Extremität* 11:172–177
14. Hackl M et al (2017) Rehabilitation of elbow fractures and dislocations. *Obere Extremität*. <https://doi.org/10.1007/s11678-017-0425-1>
15. Hopf JC, Berger V, Krieglstein CF, Muller LP, Koslowsky TC (2015) Treatment of unstable elbow dislocations with hinged elbow fixation-subjective and objective results. *J Shoulder Elbow Surg* 24:250–257
16. Iordens GI, Van Lieshout EM, Schep NW, De Haan J, Tuinebreijer WE, Eygendaal D, Van Beeck E, Patka P, Verhofstad MH, Den Hartog D, FuncSi ETI (2017) Early mobilisation versus plaster immobilisation of simple elbow dislocations: results of the FuncSiE multicentre randomised clinical trial. *Br J Sports Med* 51:531–538
17. Jeon IH, Kim SY, Kim PT (2008) Primary ligament repair for elbow dislocation. *Keio J Med* 57:99–104
18. Josefsson PO, Gentz CF, Johnell O, Wendeberg B (1987) Surgical versus non-surgical treatment of ligamentous injuries following dislocation of the elbow joint. A prospective randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 69:605–608
19. Josefsson PO, Johnell O, Wendeberg B (1987) Ligamentous injuries in dislocations of the elbow joint. *Clin Orthop Relat Res* 1987:221–225
20. Josefsson PO, Nilsson BE (1986) Incidence of elbow dislocation. *Acta Orthop Scand* 57:537–538
21. Kim BS, Park KH, Song HS, Park SY (2013) Ligamentous repair of acute lateral collateral ligament rupture of the elbow. *J Shoulder Elb Surg* 22:1469–1473
22. Kim SJ, Ji JH (2007) Irreducible posteromedial elbow dislocation: a case report. *J Shoulder Elbow Surg* 16:e1–5
23. Manocha RH, King GJW, Johnson JA (2018) In vitro kinematic assessment of a hinged elbow orthosis following lateral collateral ligament injury. *J Hand Surg Am* 43:123–132
24. Maripuri SN, Debnath UK, Rao P, Mohanty K (2007) Simple elbow dislocation among adults: a comparative study of two different methods of treatment. *Injury* 38:1254–1258
25. Mayne IP, Wasserstein D, Modi CS, Henry PD, Mahomed N, Veillette C (2015) The epidemiology of closed reduction for simple elbow dislocations and the incidence of early subsequent open reduction. *J Shoulder Elbow Surg* 24:83–90
26. McKee MD, Schemitsch EH, Sala MJ, O’Driscoll SW (2003) The pathoanatomy of lateral ligamentous disruption in complex elbow instability. *J Shoulder Elbow Surg* 12:391–396
27. Mehlhoff TL, Noble PC, Bennett JB, Tullos HS (1988) Simple dislocation of the elbow in the adult. Results after closed treatment. *J Bone Joint Surg Am* 70:244–249
28. Micic I, Kim SY, Park IH, Kim PT, Jeon IH (2009) Surgical management of unstable elbow dislocation without intra-articular fracture. *Int Orthop* 33:1141–1147
29. O’Brien MJ, Savoie FH 3rd (2014) Arthroscopic and open management of posterolateral rotatory instability of the elbow. *Sports Med Arthrosc Rev* 22:194–200
30. O’Driscoll SW, Morrey BF, Korinek S, An KN (1992) Elbow subluxation and dislocation. A spectrum of instability. *Clin Orthop Relat Res* 1992:186–197
31. Rafai M, Largab A, Cohen D, Trafeh M (1999) Pure posterior luxation of the elbow in adults: immobilization or early mobilization. A randomized prospective study of 50 cases. *Chir Main* 18:272–278
32. Rhyou IH, Kim YS (2012) New mechanism of the posterior elbow dislocation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 20:2535–2541
33. Riel KA, Bernett P (1993) Simple elbow dislocation. Comparison of long-term results after immobilization and functional treatment. *Unfallchirurg* 96:529–533
34. Robinson PM, Griffiths E, Watts AC (2017) Simple elbow dislocation. *Shoulder Elbow* 9:195–204
35. Schippinger G, Seibert FJ, Steinbock J, Kucharczyk M (1999) Management of simple elbow dislocations. Does the period of immobilization affect the eventual results? *Langenbecks Arch Surg* 384:294–297
36. Schnetzke M, Aytac S, Keil H, Deuss M, Studier-Fischer S, Grutzner PA, Guehring T (2017) Unstable simple elbow dislocations: medium-term results after non-surgical and surgical treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 25:2271–2279
37. Schreiber JJ, Paul S, Hotchkiss RN, Daluiski A (2015) Conservative management of elbow dislocations with an overhead motion protocol. *J Hand Surg Am* 40:515–519
38. Schreiber JJ, Potter HG, Warren RF, Hotchkiss RN, Daluiski A (2014) Magnetic resonance imaging findings in acute elbow dislocation: insight into mechanism. *J Hand Surg Am* 39:199–205
39. Schreiber JJ, Warren RF, Hotchkiss RN, Daluiski A (2013) An online video investigation into the mechanism of elbow dislocation. *J Hand Surg Am* 38:488–494
40. Sheps DM, Hildebrand KA, Boorman RS (2004) Simple dislocations of the elbow: evaluation and treatment. *Hand Clin* 20:389–404
41. Stoneback JW, Owens BD, Sykes J, Athwal GS, Pointer L, Wolf JM (2012) Incidence of elbow dislocations in the United States population. *J Bone Joint Surg Am* 94:240–245