

Einstiefung nach Ellenbogenverletzung

Posttraumatische Ellenbogenversteifungen sind nach Blauth u. Jäger [2] ein

„fixierter Zustand, der auch langfristig keine Neigung zur Verbesserung zeigt“;

wohingegen sich Ellenbogenblockierungen spontan zurückbilden können. Die Inzidenz von Ellenbogenversteifungen nach Verletzungen wurde in der Literatur von Mutschler et al. [33] mit 20% und in einer Sammelstudie der AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) von Lob et al. [21] mit 50% angegeben. Der Varianz an Ursachen steht eine Vielfalt an häufig polypragmatisch angewandten Behandlungsverfahren gegenüber.

Als Therapieziel lässt sich der von Morrey [27, 29] formulierte „functional arc“ – 100° Flexions-Extensions-Umfang und 100° Pro-/Supinationsumfang – festhalten, der 90% der ADL („activity of daily living“) ermöglicht. Kleinere Bewegungseinschränkungen – auch wenn sie als störend empfunden werden – sollten

nur unter besonderen Umständen therapiert werden.

Für die Ergebnisevaluation stehen u. a. der MEPS („Mayo elbow performance score“), der DASH- („disabilities of arm, shoulder and hand“; [11]) und der Constant-Score [5] zur Verfügung.

Ätiologie und Pathogenese

Die den posttraumatischen Ellenbogensteifen zugrunde liegenden Primärverletzungen bilden das gesamte Spektrum der möglichen Traumen ab:

- Frakturen (diakondyläre C3-Frakturen, Monteggia-Verletzungen)
- Luxationen
- Luxationsfrakturen („Monteggia-like fractures“)
- Verbrennungen
- Chirurgische Maßnahmen (Osteosynthesen)

Die möglichen Ursachen [1, 12, 30] der Ellenbogensteifen sind vielfältig und werden unterteilt in (■ **Abb. 1**):

- extrinsische/extraartikuläre und
- intrinsische/intraartikuläre Ursachen sowie
- Mischformen aus beiden.

Diese Unterscheidung ist wichtig, da sich hieraus indikatorische und prognostische Hinweise ergeben. So ist die Prognose von extrinsischen Gelenksteifen deutlich besser.

Neben den lokalisationstypischen Veränderungen (■ **Abb. 1**) gibt es nach Loew [22] Kofaktoren, die das Auftreten der Ellenbogensteife begünstigen (■ **Tab. 1**). Diese müssen im Sinne der Prophylaxe bei der Therapie der Primärverletzung beachtet werden. Die bedeutet konkret

- Keine Ruhigstellung über 3 Wochen
- Sicherung potenziell instabiler postoperativer Ergebnisse mit Bewegungsfixateur
- Adäquate Schmerztherapie (ggf. mit Katheterv Verfahren)

Die zur Steife führende Pathogenese ist nur teilweise bekannt. Eine Zunahme der Kollagenfibrillen insbesondere in der beugeseitigen Gelenkkapsel mit Fibrose derselben gilt als gesichert. Die Entwicklung der Ossifikationen ist noch hypothetisch. Interleukine, BMP2 („bone morphogenetic protein 2“) und andere Wachstumsfaktoren spielen hier eine Rolle. Ob die Ossifikation der das Gelenk umgebenden Muskulatur und die Fibrose der Gelenkkapsel eine gemeinsame Ursache haben – unterschiedliche Ausdifferenzierung omnipotenter Mesenchymzellen – wird zumindest für möglich gehalten [1, 12, 14, 27, 30, 42].

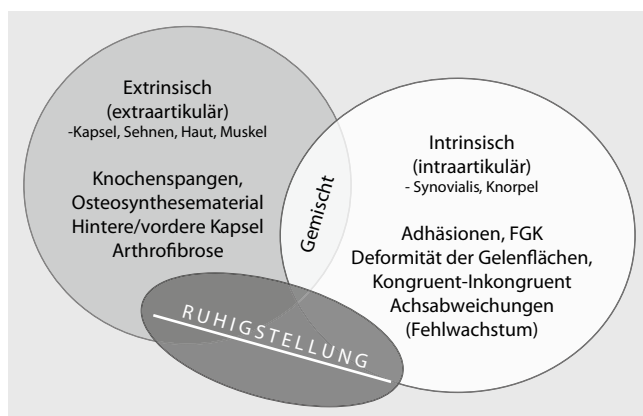


Abb. 1 ◀ Ursachen der Ellenbogensteife, FGK freier Gelenkkörper

Tab. 1 Das Auftreten der Ellenbogensteife begünstigende Faktoren. (Nach [22])

Verletzungsschwere	Distale Humerusfraktur AO C3 Luxationsfrakturen Seltener reine Luxationen
Dauer der Ruhigstellung	Ununterbrochene Ruhigstellung über mehr als 3 Wochen
Schmerzbedingte Schonung des Gelenks	
AO Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen	

Tab. 3 Klassifikation radioulnare Synostosen. (Nach [18])

Typ	Ausdehnung und Umfang der Synostosen
A	Auf Höhe der Tuberositas radii
B	Auf Höhe des proximalen Radio-ulnargelenks
C	Vom proximalen Radius zum distalen Humerus

Klassifikation

Die Einteilung der Gelenksteifen ist rein deskriptiv und erfolgt entweder entsprechend dem Anteil der Einschränkung des Bewegungsausmaßes an der Gesamtbeweglichkeit (Flexion/Extension und Pro-/Supination) nach Blauth u. Jäger [2] oder isoliert nach Störungen in der Flexions-Extensions- oder Pro-/Supinationsebene [17]. Esteve et al. [7] klassifizierte nach dem Ausmaß der Restbeweglichkeit (Flexionsbogen; [2], ■ **Tab. 2**).

Die heterotope Ossifikation am Ellenbogen wird nach Ilahi et al. [15] entsprechend dem durch die sie versperren Gelenkwinkel bezogen auf das Capitulum humeri klassifiziert (■ **Abb. 2**).

Jupiter u. Ring [18] entwickelten eine Klassifikation für die radioulnaren Synostosen (■ **Tab. 3**).

Diagnostik

Sie muss zielgerichtet zur Identifikation der für die Bewegungseinschränkung maßgeblichen pathoanatomischen Strukturen führen. Sie beinhaltet:

- Anamnese (Unfall und Verlauf),
- Erhebung des Entzündungsstatus (aktuell und anamnestisch),
- klinische Untersuchung (harter/weicher Anschlag),
- neurologische Untersuchung,

Tab. 2 Klassifikationen der Ellenbogensteife

Ellenbogensteife nach dem Ausmaß der Restbeweglichkeit Flexion/Extension [7]	
Schweregrad	Flexionsbogen (°)
Gering	>90
Mäßig	60–90
Schwer	30–60
Sehr schwer	<30
Ellenbogenkontraktur nach dem Ausmaß Restbeweglichkeit insgesamt [2]	
Schweregrad	ROM (% der normalen ROM)
Grad I (leichte Steife)	>70
Grad II (mäßige Steife)	40–70
Grad III (schwere Steife)	20–40
Grad IV (sehr schwere Steife)	<20
ROM „range of motion“	

- bildgebende aktuelle Diagnostik [Nativröntgenaufnahmen, CT (Computertomographie), MRT (Magnetresonanztomographie) nach Anforderung],
- Bildgebung im bisherigen Verlauf,
- Labor (Entzündungszeichen, Wertigkeit der alkalischen Phosphatase umstritten).

Am Ende soll geklärt sein, ob eine ex- oder intrinsische Ursache der Bewegungsstörung, ein kongruentes oder inkongruentes und ein stabiles oder instabiles Gelenk vorliegen.

Behandlungsstrategien

Neben dem Umfang der Ellenbogensteife bzw. der Restbeweglichkeit unter Berücksichtigung des „functional arc“ [32, 41] ist die Zeitschiene in der Entwicklung der Ellenbogensteife für die Indikationsfindung der geplanten Maßnahmen wichtig: Bis zu 6 Monate nach dem Trauma kann eine konservative Therapie (s. unten) sinnvoll durchgeführt werden.

Besteht die Steife bereits über 6 Monate in relevantem Ausmaß (Defizit >0°/30°/100°), sollte die operative Intervention (Distractions-, arthroskopische oder offene Arthrolyse) geprüft werden. Spezielle operative Indikationen ergeben sich bei Pseudarthrosen oder Implantatimpingement.

Relative Kontraindikationen für operative Interventionen zur Arthrolyse sind:

- Ruhe- und Bewegungsschmerz sowie
- fortgeschrittene posttraumatische Arthrose.

In diesen Fällen ist die Indikation für einen alloarthroplastischen Ersatz oder eine Arthrodesis zu prüfen.

Wichtig in der Planung ist die prospektive Einschätzung der Bewegungserweiterung hinsichtlich des neurologischen Komplikationspotenzials. Der N. radialis und der N. medianus sind bei Extensionserweiterung, der N. ulnaris bei Flexionserweiterung mit einem akuten Zuwachs von 30–50° gefährdet [36].

Behandlungsverfahren

Konservative Therapie

Neben der Prophylaxe der Entstehung durch Beachtung der Kofaktoren stellt die konservative Therapie [1, 3, 4, 12, 22, 27, 46] die Behandlung der ersten Wahl dar. Ziel ist es, durch Dehnung der Gelenkkapsel die Kontraktur zu verhindern oder zu verbessern.

- Die Therapie umfasst 3 Modalitäten
- antiinflammatorische Behandlung [lokale Kälteanwendung, NSAR (nichtsteroidale Antirheumatika)]
 - Schmerzreduktion/-ausschaltung (potente Analgetika, Katheteranalgesie)
 - Bewegungstherapie (aktive, passive Übungen, Ergotherapie, Balneotherapie)

Gute Indikationen für eine konservative Behandlung sind extrinsische Ursachen sowie mäßige Steifen mit weichem Anschlag.

Schienenbehandlung (statisch-dynamisch)

Die Schienenbehandlung ist Bestandteil der konservativen oder postoperativen Therapie nach Arthrolyse [1, 2, 28, 46]. Hierbei werden statische Orthesen mit Gelenken von dynamischen (Quengel) Schienen unterschieden.

Die statischen ROM-Orthesen (ROM: „range of motion“) kommen bei Gelenkinstabilitäten im Rahmen einer rein konservativen oder postoperativen Therapie zum Einsatz.

Dynamische Schienen üben einen einstellbaren Dauerzug auf die Gelenkkapsel aus und können bei weichen Steifen zu einer Verbesserung der Endlagenbeweglichkeit führen. Studien, die ihre Effektivität belegen, liegen bisher nicht vor [1, 2, 12, 28].

Neben diesen muskulär betriebenen gibt es auch motorbetriebene Bewegungsschienen (CPM: „continuous passive motion“). Diese sind in der postoperativen Behandlung zur Sicherung des intraoperativ erreichten Bewegungsumfanges indiziert. Der Anwendungszeitraum sollte bei maximal 6 bis 8 Wochen postoperativ liegen [30]. Darüber hinaus ist kein Nutzen nachgewiesen.

Narkosemobilisation

Sie wurde als quasi nichtoperatives Verfahren lange Zeit kontrovers diskutiert. Mittlerweile besteht jedoch Einigkeit, dass sie bei Gelenksteife nicht durchgeführt werden sollte [1, 6, 8, 16], da es zu einer unkontrollierten Kapselzerreißung und dadurch zu Entzündungsreaktionen kommen kann, die wiederum die Entwicklung einer Gelenksteife triggern.

Operative Therapie

Vor ihrer Indizierung müssen folgende Grundvoraussetzungen [1, 12] geprüft werden:

- Die konservative Therapie ist ausgeschöpft (>6 Monate), und es besteht ein relevantes Bewegungsdefizit (Flexionseinschränkung).
- Es besteht ein individueller Anspruch auf eine verbesserte ROM sowie eine entsprechende Motivation für die Durchführung der Nachbehandlung.

Trauma Berufskrankh 2015 · 17[Suppl 1]:140–147 DOI 10.1007/s10039-013-1981-2
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

K.-D. Haselhuhn

Einstellung nach Ellenbogenverletzung

Zusammenfassung

Hintergrund. Einstellungen nach Ellenbogenverletzungen haben eine hohe Inzidenz und häufig multifaktorielle Ursachen. Die exakte Pathogenese ist bis jetzt weitgehend unbekannt. Als Ursachen werden extrinsische und intrinsische und Kombinationen aus beiden Faktoren unterschieden.

Behandlung. Generell sind die Vermeidung von länger dauernder Ruhigstellung und die intensive konservative Therapie mit multimodaler Physiotherapie die Behandlung der ersten Wahl. Besteht trotzdem eine funktionell wirksame Bewegungseinschränkung – Extensionsdefizit >30°, Flexion <120° und Pro-/Supination <50° – muss die Indikation zu operativen Interventionen geprüft werden. Neben

Korrekturosteotomien, Reosteosynthesen sowie Materialentfernung sind Distractionsarthrolyse, arthroskopische und offene Arthrolysen die am häufigsten zur Anwendung kommenden Verfahren. Alloarthroplastik und Arthrodesen stehen als Ultima Ratio oder „salvage procedures“ am Ende des therapeutischen Spektrums. Die Art der anzuwendenden Verfahren und die Zugangswahl müssen individuell geprüft werden. Die begleitende Schmerz- und Physiotherapie sind obligat.

Schlüsselwörter

Ellenbogengelenk · Ossifikation · Immobilisierung · Arthrolyse · MDE

Stiffness after elbow injuries

Abstract

Background. The incidence of stiffness after elbow injuries is high. The causes are multifactorial and the pathogenetic mechanism is not exactly known. The causes are classified as being extrinsic and intrinsic and combined causes.

Treatment. In order to prevent stiffness, short immobilization times and intensive multimodal physiotherapy are preferred. In case of a functional effective limitation of motion – **limits of extension >30°, flexion <120° and pro/supination <50°** – the indication for an operative intervention must be considered. In addition to corrective osteotomy, re-osteosynthesis, material removal

the distraction arthroplasty, arthroscopic and open arthrolysis are the most used procedures. Joint replacement and arthrodesis are last resort salvage procedures of therapeutic spectrum. The type of procedure and approach must be decided individually. Accompanying pain treatment and physiotherapy are obligatory.

Keywords

Elbow joint · Ossification, heterotopic · Immobilization · Arthrolysis · Reduction in earning capacity

- Die Analyse zeigt einen operativ verbesserbaren Ausgangszustand.
- Es besteht Infektfreiheit (oberflächlich/tief – Anamnese?).
- Die Gelenkflächen sind intakt.
- Die Weichteile über dem Gelenk sind gut/ausreichend verschiebbar.
- Der Operationszeitpunkt liegt etwa 6 Monate nach dem Unfall.

Die möglichen operativen Verfahren beim Vorliegen eines Implantatimpingements oder einer Fehlheilung im Sinne der Pseudarthrose sollen hier nicht weiter ausgeführt werden, da diese zur Primärschadenversorgung gehören.

Die nachfolgend ausgeführten operativen Verfahren zur Behandlung der Ellenbogensteife sind teils konkurrierende, teils additive, aber auch operative Stand-alone-Verfahren.

Arthroskopische Arthrolyse

Indikationen [38, 39] sind intrinsische Pathologien – Synovialitiden, Verwachsungen, freie Gelenkkörper (■ **Abb. 3**), lokale Osteophyten am Olekranon und Processus coronoideus.

Die Technik [38] ist anspruchsvoll, da durch eine Arthrofibrose das Volumen von 25 auf 6 ml geschrumpft sein kann, wodurch sowohl eine erhöhte Zugangs-

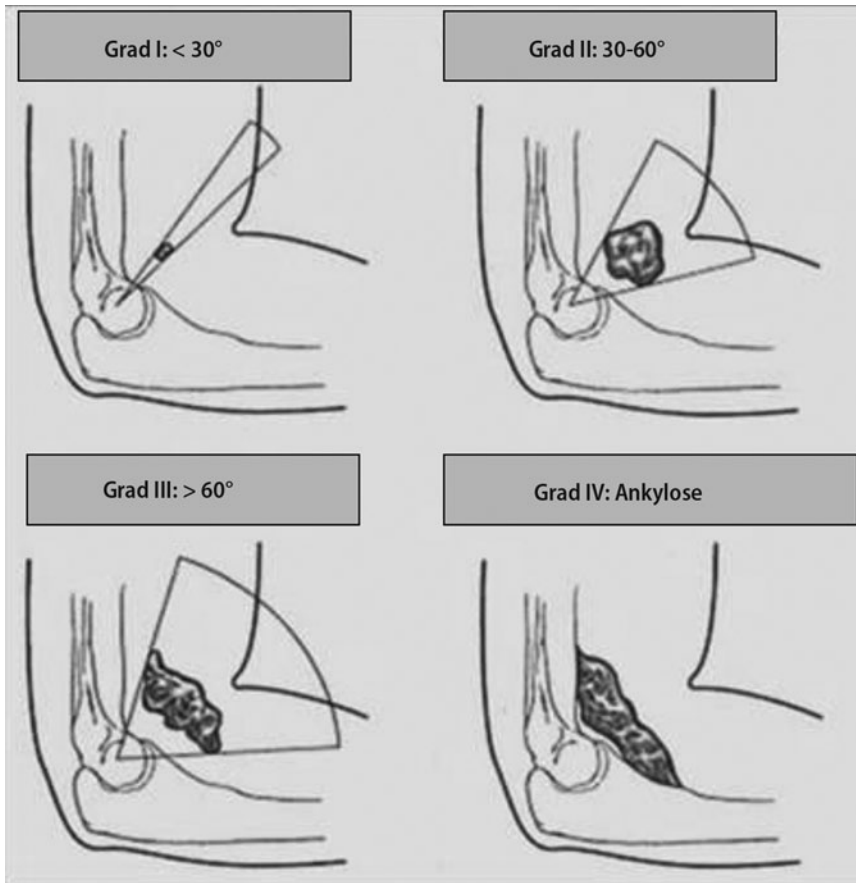


Abb. 2 ▲ Klassifikation der heterotopen Ossifikationen. (Nach [15])



Abb. 3 ◀ Freier Gelenkkörper

morbidity als auch eine erhöhte Gefahr für Knorpelschädigungen bestehen.

Je nach prognostizierter Pathologie kommen Rücken- (bei ventralen Pathologien) oder Bauchlage (bei dorsalen Patho-

logien) in Frage. Die Skop- und Arbeitsportale sind definiert (anteroradial, posteroradial, ulnar) mit akzessorischen dorsalen Zugängen.

Die Extraktion von großen freien Gelenkkörpern erfordert gelegentlich eine Miniarthrotomie.

Im Rahmen der Arthroskopie kann erforderlichenfalls eine milde Narkosemobilisierung durchgeführt werden – unter Berücksichtigung der fehlenden schmerzinduzierten Abwehr.

Die Nachbehandlung richtet sich nach der Pathologie und erfolgt bei Ellenbogensteifen analog zur offenen Arthrolyse.

Als Komplikationsmöglichkeit ist immer die Verletzung neurovaskulärer Strukturen zu beachten.

Offene erweiterte Arthrolyse

Die offene Arthrolyse [1, 2, 3, 12, 14, 40] erfolgt nach Planung entsprechend der präoperativ festgestellten Weichteil-/Gelenkpathologie. Bei der Zugangswahl werden frühere Zugänge berücksichtigt.

Die offene Arthrolyse bietet die Möglichkeit der umfangreichen Gelenkkapselresektion, wobei der Umfang durch die Bewegungseinschränkung und deren Richtung bestimmt wird. Neben der Kapselresektion können zusätzliche Eingriffe am Knochen – Resektion von Ossifikationen, Radiusköpfchenresektion usw. – durchgeführt werden. In diesem Fall spricht man von erweiterter Arthrolyse ([1, 12, 29], ■ Abb. 4).

Die Standardtechnik [2, 3, 4, 12, 14, 19, 20, 23, 24, 25, 37, 40, 45] der offenen Arthrolyse beginnt in Rückenlage mit dem radialen Zugang (■ Abb. 5). Über diesen können, wie von Mansat u. Morrey [23] beschrieben, sowohl die beuge- als auch die streckseitige Gelenkkapsel erreicht werden – „column procedure“ (■ Abb. 4). Hierfür reicht eine 8–10 cm lange Hautinzision. Die Mm. extensor carpi radialis longus und brachioradialis werden nach ventral und der M. extensor carpi radialis brevis nach dorsal mobilisiert. Die Gelenkkapsel kann nun inzidiert werden und nach weiterer Ablösung des M. brachialis von derselben der anteoradiale Anteil bis zum Processus coronoideus reseziert werden (■ Abb. 6). Anschließend kann der ventroulnare Kapselanteil palpirt und mit der Schere inzidiert werden. Bei Verbleiben eines relevanten Streckdefizits wird das posteriore Intervall durch Ablösen des M. triceps und des M. anconeus von der Cris-

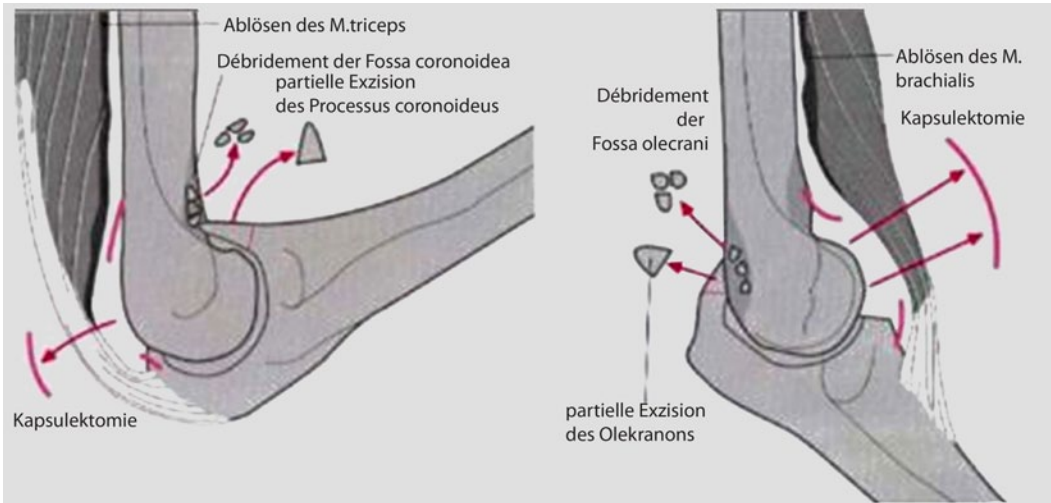


Abb. 4 ◀ Operative Möglichkeiten im Rahmen von „column procedure“. (Aus [12], S. 125)

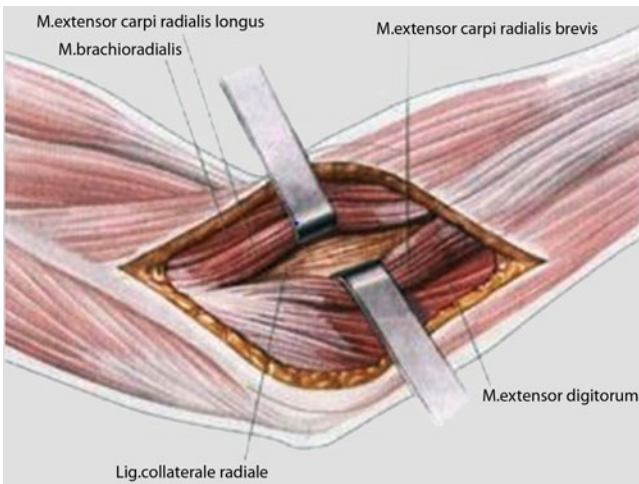


Abb. 5 ▲ Radialer Zugang zur Arthrolyse. (Aus [12], S. 125)

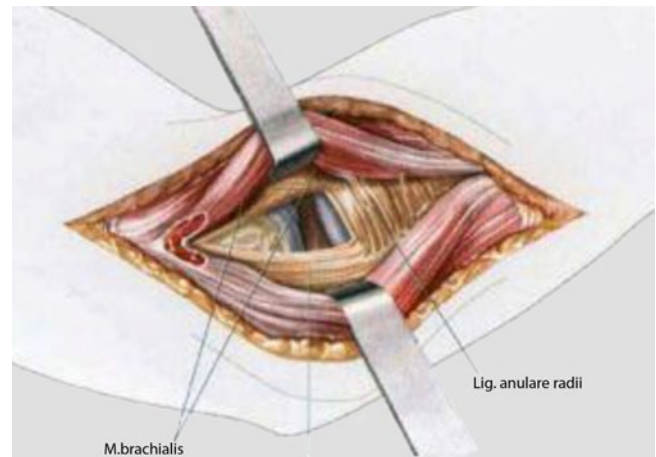


Abb. 6 ▲ Initiale Kapselrektion anteroradial. (Aus [12], S. 125)

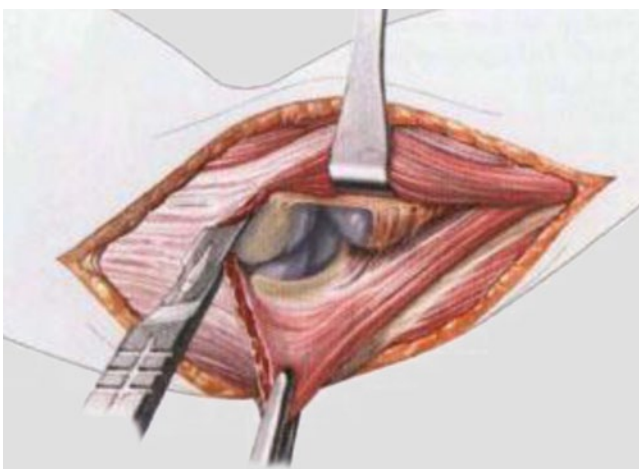


Abb. 7 ◀ Dorsale Erweiterung des radialen Zugangs. (Aus [12], S. 125)

ta des Epicondylus radialis präpariert (■ Abb. 7). Die dargestellte radiodorsale Gelenkkapsel kann reseziert und Ossifikationen und Osteophyten entfernt werden.

Situativ kann zur Erweiterung ein ulnarer Zugang dorsal des Epicondylus ulnaris erforderlich werden.

Die in Skandinavien häufiger durchgeführte erweiterte Arthrolyse mit Resek-

tion des Radiusköpfchens soll der Vollständigkeit halber erwähnt werden. Hierbei muss auch das radiale Seitenband abgelöst und refixiert werden, was postoperativ einen Bewegungsfixateur erfordert.

Die Resektion des Radiusköpfchens im Rahmen der offenen Arthrolyse kann bei Einschränkung der Umwendbewegung und deformierter Speichengelenkfläche eine therapeutische Option darstellen. Auch radioulnare Synostosen können über diesen Zugang reseziert werden.

Bei der Entfernung von heterotopen Ossifikationen kommt der Rezidivprophylaxe [1, 13, 26, 42] eine große Bedeutung zu. Neben einer adjuvanten Strahlentherapie 4 h präoperativ bis 12 h postoperativ als einmalige Dosis von 6–7 Gy besteht auch die Möglichkeit der fraktionierten Strahlentherapie mit einer Gesamtdosis bis zu 10 Gy über Einzeldosen von

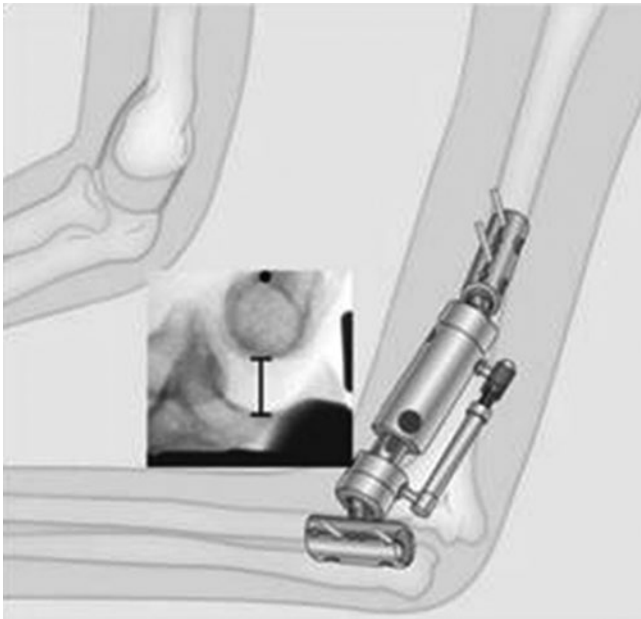


Abb. 8 ▲ Intraoperative Distraction um 15 mm. (Aus [34])

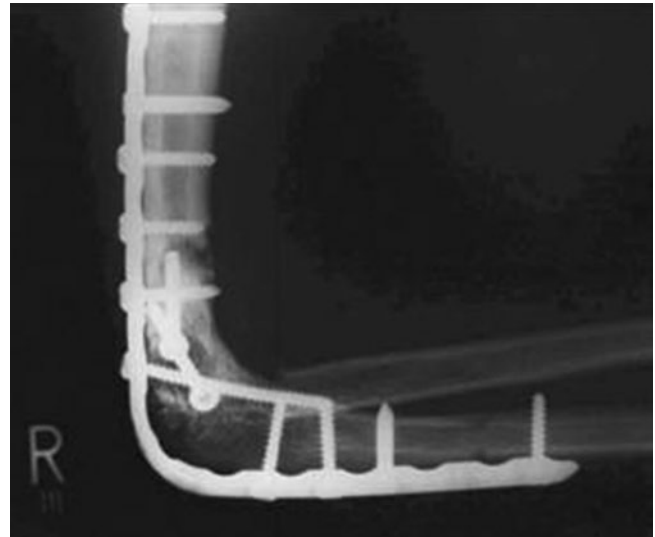


Abb. 10 ▲ Ellenbogenarthrodese und Radiusköpfchenresektion



Abb. 9 ◀ Sekundäre teilgekoppelte Prothese (Latitude®, Fa. Tornier), ROM („range of motion“) 0°/10°/110°, 90°/0°/90°

200 cGy innerhalb von 7 Tagen. Die medikamentöse Prophylaxe mit Indometacin 50 mg bis 2-mal 50 mg pro Tag unter Magenschutz über 7 bis 14 Tage gilt als Standardprophylaxe.

Distraktionsarthrolyse

Dieses 1975 [43] erstmals veröffentlichte Verfahren mittels Fixateur externe [10, 31, 35] eignet sich v. a. für leichte bis mittelgradige Steifen vom extrinsischen Typ ohne oder mit nur geringen heterotopen Ossifikationen. Das Prinzip besteht aus einer intraoperativen Distraction, gefolgt von einer 6-tägigen Relaxationsphase und einer 6- bis 7-wöchigen Mobilisierungsphase. Nach der intraoperativen Distraction (■ Abb. 8) von 2x15 mm unter Bild-

wandlerkontrolle über 10–15 min wird der Ellenbogen in 110° Flexion im Fixateur fixiert.

Nachbehandlung

Die Nachbehandlung nach offener, erweiterter Arthrolyse entspricht in ihren Grundsätzen der konservativen Therapie [1, 9, 28]. Man muss sich allerdings bewusst sein, dass das intraoperative Bewegungsausmaß postoperativ in der Regel nicht erreicht werden kann.

Je nach Notwendigkeit können postoperativ Lagerungsschienen in 3 Stellungen – maximale Flexion, Mittelstellung, maximale Extension – im 6-stündlichen Wechsel angelegt werden. Alternativ kön-

nen auch Orthesen mit in verschiedenen Winkelgraden blockierbaren Gelenken verwendet werden.

Wesentlich ist eine suffiziente Analgesie, häufig mit Schmerzkatheter. Die Nachbehandlung muss intensiv über mehrere Monate durchgeführt werden, da eine hohe Rezidivgefahr durch die natürliche Kapselschrumpfung ab der 3. postoperativen Woche besteht. Aus diesem Grund ist im ambulanten Bereich auf eine ausreichende multimodale Krankengymnastik [BGSW (berufsgenossenschaftliche stationäre Weiterbehandlung), EAP (erweiterte ambulante Physiotherapie)] zu achten.

Tab. 4 MdE-Bewertung von Ellenbogenfunktionseinschränkungen

Ellenbogenfunktionseinschränkungen		MdE (%)
Ellenbogensteife	Bewegung 0°/30°/120°, Drehung frei (55° Einschränkung)	10
	Bewegung 0°/30°/90°, Drehung frei (85° Einschränkung)	20
	Bewegung 0°/0°/140°, in 20–40° Pronation versteift	25
Endoprothese	Endoprothese einseitig	30
Arthrodese	Versteifung in Streckstellung, Drehung frei	50
	Versteifung in 0°/90°/90°, Drehung frei	30
	Versteifung in 0°/90°/90°, Drehung aufgehoben	50

MdE Minderung der Erwerbsfähigkeit

Ergebnisse

Die in der Literatur veröffentlichten Bewegungszuwächse nach offener Arthrolyse reichen von 42–76° Zuwachs für Extension/Flexion und 19–43° Zuwachs für die Umwendbewegung mit einer Spanne von unbefriedigenden Ergebnissen von 4–31% [1, 30]. Scores wie der MEPS finden wenig Anwendung, sodass keine vergleichbaren Ergebnisse vorliegen.

Salvage-Verfahren

Interpositionsarthroplastik und Resektionsarthroplastik [12] sind heute selten angewendete Verfahren bei zerstörten Gelenkflächen und jugendlichen Patienten, bei denen der Schmerz im Vordergrund steht. Aufgrund der resultierenden Instabilität ist die suffiziente muskuläre Funktion Voraussetzung. Die eingeschränkte Belastbarkeit und relative Instabilität schränken die Indikation ein.

Alloarthroplastik

Die sekundäre Alloarthroplastik [44] gewinnt bei zerstörten, inkongruenten Gelenkflächen und hieraus resultierenden Instabilitäten zunehmend an Bedeutung. Die frühen Modelle aus den 1970er Jahren waren starr gekoppelt (Stanmore-, Coonrad-I-Modell usw.). Hohe Lockerungsraten führten zur Weiterentwicklung hin zu teilgekoppelten („sloopy hinge“) Prothesen (Coonrad-Morrey-Prothese). Diese ermöglichen eine geringe Varus-/Valguskippung. Heute kommen zudem auch ungekoppelte Prothesen mit uni- oder bikompartimentellem Ersatz (■ **Abb. 9**) zum Einsatz. Hierbei werden die anatomischen Gelenkflächen nachgeahmt. Eine Voraussetzung ist eine exakte Wiederher-

stellung der Seitenbandführung. Modulare Systeme (Latitude®, Fa. Tornier) ermöglichen einen Hemiersatz nur des distalen Oberarms (HEP). Da die Krafteinleitung bei TEP (Totalendoprothese) in die proximale Ulna anfällig ist, wird eine Begrenzung der Gewichtsbelastung auf 5 kg empfohlen. Diese strenge Vorgabe ist bei der HEP nicht erforderlich. Die modularen Systeme können intraoperativ den Bedürfnissen angepasst und von ungekoppelt in teilgekoppelt variiert werden.

Aufgrund der eingeschränkten Belastbarkeit muss die Indikation zur Prothese bei armaktiven und jüngeren Verletzten (<60 Jahre) sorgfältig abgewogen werden. Absolute Kontraindikationen sind der floride Infekt und der Ausfall von M. biceps oder M. triceps.

Arthrodese

Die Indikation für die Arthrodese [12] ist hochindividuell zu stellen. Generell stehen jüngere Patienten mit vorausgegangenem Infekt, Gelenkflächenzerstörung und resultierender Instabilität im Indikationsspektrum. Der Arthrodese Winkel sollte bei 90° eingestellt (■ **Abb. 10**), kann aber ggf. auch individuell angepasst werden. Vorteil sind die Belastbarkeit und die in der Regel freie Unterdrehbewegung.

Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE)

Die MdE-Bewertung der Ellenbogensteifen und Versorgungen orientiert sich an der verbliebenen Restfunktion und der hierdurch bedingten Einschränkung auf dem allgemeinen Arbeitsmarkt. Die in ■ **Tab. 4** aufgeführten MdE-Bewertungen berücksichtigen die Funktionsein-

schränkung bei komplikationsfreiem Lokalbefund und Stabilität.

Fazit für die tägliche Praxis

- Ellenbogensteifen treten häufig im Gefolge von teils geringfügigen Primärverletzungen auf.
- Die Inzidenz von Ellenbogensteifen steigt mit der Traumatisierung.
- Die Prävention durch Schaffung stabiler Verhältnisse mit frühfunktioneller Behandlungsmöglichkeit stellt eine Säule der Therapie dar.
- Eine Ruhigstellung des Ellenbogens über 3 Wochen hinaus ist zu vermeiden.
- Bei eingetretener Ellenbogensteife ist eine sorgfältige Analyse der Bewegungsstörung und der Begleitpathologien erforderlich.
- Die Zuordnung der Hauptursache für die Bewegungseinschränkung – extrinsisch oder intrinsisch – und die Beurteilung kongruentes/inkongruentes Gelenk sind für die Therapieplanung von wesentlicher Bedeutung.
- Minimalinvasive Verfahren sind für die intrinsische Steife die Arthroskopie und für die extrinsische Steife die Distraktionsarthrolyse. Erstere ist aufgrund der bestehenden intraartikulären Volumenverminderung technisch anspruchsvoll. Goldstandard ist die offene(erweiterte) Arthrolyse, die nach exakter Analyse eine umfangreiche Chirurgie der Kapsel und der Ossifikationen erlaubt.
- Neben einem multimodalen postoperativen Behandlungsregime ist beim Vorliegen von Ossifikationen deren Rezidivprophylaxe zu adressieren.
- Der Einsatz von Salvage-Verfahren ist individuell zu prüfen.
- Selbst bei optimalem Verlauf sind intraoperativ gewonnene Freiheitsgrade postoperativ selten zu realisieren. Neben der langen Behandlungsdauer muss der Verletzte auch akzeptieren lernen, dass ein Behandlungsergebnis im Sinne des „functional arc“ als gut zu bezeichnen ist.

Korrespondenzadresse



Dr. K.-D. Haselhuhn
Klinik für Unfallchirurgie,
Kliniken Dr. Erlers GmbH,
Kontumazgarten 4–18,
90429 Nürnberg
k.-d.haselhuhn@erler-klinik.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. K.-D. Haselhuhn gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

Literatur

1. Beickert R, Bühen V (2003) Arthrolyse des Ellenbogens. *Trauma Berufskrankh* 5:41–54
2. Blauth W, Jäger T (1991) Die Arthrolyse des Ellenbogengelenkes. *Oper Orthop Traumatol* 3:169–185
3. Blauth M, Haas NP, Südkamp NP, Happe T (1990) Die Ellenbogenarthrolyse bei posttraumatischer Gelenksteife. *Orthopade* 19:332–342
4. Breitfuß H, Muhr G, Neumann K et al (1991) Die Arthrolyse posttraumatischer Ellenbogensteifen. *Unfallchirurg* 94:33–39
5. Constant CR, Murley AH (1987) A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 214:160–164
6. Duke JB, Tessler RH, Dell PC (1991) Manipulation of the stiff elbow with patient under anaesthesia. *J Hand Surg Am* 16-A:19–24
7. Esteve P, Valentin P, Deburge A, Kerboul M (1971) Les raideurs et ankyloses post-traumatiques du coude. *Rev Chir Orthop* 57: 25–86
8. Garland DE, Razza BE, Waters RL (1982) Forceful joint manipulation in head-injured adults with heterotopic ossification. *Clin Orthop Relat Res* 169:133–138
9. Gates HS, Sullivan FI, Urbaniak JR (1992) Anterior capsulotomy and continuous passive motion in the treatment of posttraumatic flexion contracture of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 74-A:1229–1234
10. Gausepohl T, Koebeke J, Pennig D et al (1997) Anatomische Grundlagen zur Anwendung der unilateralen externen Fixation an Oberarm, Unterarm und Hand. *Osteosyn Int* 5:76–88
11. Germann G, Harth A, Wind G, Demir E (2003) Standardisierung und Validierung der deutschen Version 2.0 des „Disability of Arm, Shoulder, Hand“ (DASH)-Fragebogens zur Outcome-Messung an der oberen Extremität. *Unfallchirurg* 106:13–19
12. Gösling T, Blauth M (2001) Bewegungseinschränkungen. In: Schmit-Neuerburg K-P, Towfigh H, Letsch R (Hrsg) *Tscherne Unfallchirurgie: Teil 1: Ellenbogen, Unterarm; Teil 2: Hand*. Springer, Berlin Heidelberg New York
13. Hastings H, Graham T (1994) The classification and treatment of heterotopic ossification about the elbow and forearm. *Hand Clin* 10:417–437
14. Hertel R, Wolfram L (2001) Offene Ellenbogenarthrolyse bei erhaltener Gelenk-Flächengeometrie. *Orthopade* 30:619–625
15. Ilahi OA, Bennett JB, Gabel GT et al (2001) 3rd classification of heterotopic ossification about the elbow. *Orthopedics* 24:1075–1078
16. Itoh Y, Saegusa K, Ishiguro T et al (1989) Operations for the stiff elbow. *Int Orthop* 13:263–268
17. Jäger M, Wirth CJ (1981) Die Arthrolyse und Arthroplastik des Ellenbogen- und Kniegelenkes. Huber, Bern Stuttgart Toronto
18. Jupiter JB, Ring D (1998) Operative treatment of posttraumatic proximal radioulnar synostosis. *J Bone Joint Surg Am* 80-A:248–257
19. Kolb K, Koller H, Holz U et al (2008) Die offene Arthrolyse der posttraumatischen Ellenbogensteife. *Unfallchirurg* 111:299–307
20. Lahoda LU, Klapperich T, Hahn MP, Muhr G (1999) Ergebnisse der posttraumatischen Ellenbogengelenk-arthrolysen. *Chirurg* 70:1302–1306
21. Lob G, Burri C, Feil J (1984) 66. Die operative Behandlung von distalen intraartikulären Humerusfrakturen; Ergebnis von 412 nachkontrollierten Fällen (AO-Sammelstatistik). *Langenbecks Arch Chir* 364:357–361
22. Loew M (2001) Die Ellenbogenkontraktur. Ätiologische Übersicht und allgemeine Behandlungskonzepte. *Orthopade* 30:587–592
23. Mansat P, Morrey BF (1998) The column procedure: a limited lateral approach for extrinsic contracture of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 80-A:1603–1615
24. Mansat P, Morrey BF, Hotchkiss RN (2000) Extrinsic contracture, “the column procedure”, lateral and medial capsular release. In: Morrey BF (Hrsg) *The elbow and its disorders*. Saunders, Philadelphia
25. Mansat P, Bonneville N, Werner B (2011) Indikationen und Operationstechniken für kombinierte mediale und laterale Eingriffe bei schwerer extrinsischer Ellenbogensteife. *Orthopade* 40:307–315
26. McAuliffe JA, Wolfson AH (1997) Early excision of heterotopic ossification about the elbow followed by radiation therapy. *J Bone Joint Surg Am* 79-A:749–755
27. Morrey BF (1990) Post-traumatic contracture of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 72:601–618
28. Morrey BF (2000) Splints and bracing at the elbow. In: Morrey BF (Hrsg) *The elbow and its disorders*. Saunders, Philadelphia
29. Morrey BF (2000) Surgical treatment of extra-articular elbow contracture. *Clin Orthop Relat Res* 370:57–64
30. Morrey BF (Hrsg) (2000) *The elbow and its disorders*. Saunders, Philadelphia
31. Morrey BF, Hotchkiss RN (2000) External fixators of the elbow. In: Morrey BF (Hrsg) *The elbow and its disorders*. Saunders, Philadelphia
32. Morrey BF, An KN, Chao EYS (1993) Functional evaluation of the elbow. In: Morrey BF (Hrsg) *The elbow and its disorders*. Saunders, Philadelphia
33. Mutschler W, Burri C, Rüberacker S (1990) Rekonstruktive Chirurgie fehlerheilender Ellenbogengelenksbrüche. *Orthopade* 19:324–331
34. Pennig D, Heck S (2011) Bewegungsfixateur und Distraktionsarthroplastik zur Behandlung der posttraumatischen Ellenbogensteife. *Unfallchirurg* 144:95–104
35. Pennig D, Gausepohl T, Mader K, Wolfgarten B (2001) Die Distraktionsarthrolyse mit humeroulnarem Bewegungsfixateur zur Behandlung der posttraumatischen Ellenbogensteife. *Orthopade* 30:635–644
36. Prommersberger K-J, Mühldorfer M, Schoonhoven J van (2011) Neurologische Komplikationen bei Ellenbogensteife. *Orthopade* 40:323–327
37. Rüedi TH, Hochstetter AHC von, Schlumpf R (1984) *Operative Zugänge der Osteosynthese*. Springer, Berlin Heidelberg New York
38. Strobel MJ, Eckardt OA, Eichhorn HJ (2001) Die arthroskopische Therapie bei Bewegungseinschränkung des Ellenbogengelenkes. *Orthopade* 30:610–618
39. Timmermann LA, Andrews JR (1994) Arthroscopic treatment of posttraumatic elbow pain and stiffness. *J Sports Med Am* 22:230–235
40. Ulmar B, Stratos I, Mittelmeier T (2012) Offene Ellenbogengelenkarthrolyse. *Unfallchirurg* 115:739–745
41. Vasan AP, Lacey SH, Keith MW, Shaffer JW (1995) Functional range of motion of the elbow. *J Hand Surg Am* 20-A:288–292
42. Viola RW, Hastings H (2000) Treatment of ectopic ossification about the elbow. *Clin Orthop Relat Res* 370:65–86
43. Volkow MV, Organesian OV (1975) Restoration of function in the knee and elbow with a hinge-distractor apparatus. *J Bone Joint Surg Am* 57-A:591–600
44. Weber O, Burger C et al (2010) Frakturendoprothetik am Ellenbogen. *Unfallchirurg* 113:977–983
45. Weizenbluth M, Eichenblat M, Lipskeir E, Kessler I (1989) Arthrolysis of the elbow. 13 cases of post-traumatic stiffness. *Acta Orthop Scand* 60:642–645
46. Zander CL, Healy NL (1992) Elbow flexion contractures treated with serial casts and conservative therapy. *J Hand Surg Am* 17:694