

Redaktion

D.W. Sommerfeldt, Hamburg
 H.-G. Dietz, München

T. Slongo¹ · F.F. Fernandez²

¹ Department of Paediatric Surgery, Paediatric Trauma and Orthopaedics,
 University Children's Hospital, Bern

² Kindertraumatologie, Orthopädische Klinik, Olgahospital, Klinikum Stuttgart

Die fehlerverheilte Monteggia-Verletzung im Kindes- und Jugendalter

Die Monteggia-Läsion ist definiert als eine Fraktur der Ulna mit begleitender Radiuskopfluxation. Sie ist im Kindesalter eine seltene Verletzung und tritt mit einer Häufigkeit von ca. 1–2% aller Frakturen auf. Wird die Verletzung als solche primär erkannt und adäquat versorgt, so besteht Eignigkeit, dass fast unabhängig vom Typ hinsichtlich Funktion und weiterem Wachstum eine sehr gute Prognose besteht.

Das Hauptproblem bei der Monteggia-Verletzung liegt im möglichen Übersehen des Zusammenhangs zwischen isolierter Ulnafraktur und der möglichen Luxation des Radiuskopfes. Die Prognose einer solchen übersehenen Monteggia-Läsion ist von verschiedenen Faktoren abhängig, wie z. B.: Patientenalter, Luxationsdauer des Radiuskopfes und morphologische Veränderungen des Ellenbogengelenks. Ihre Therapie ist aufwändig und komplikationsträchtig. Veraltete Monteggia-Läsionen, d. h. mit persistierender Radiuskopfluxation, können mit Schmerzen, Armachsenfehlstellungen sowie Bewegungseinschränkung des Ellenbogens einher gehen. Radiologisch fällt hier eine Radiuskopfluxation oder -subluxation auf; in der Regel auch eine Ulna, die sich bereits in der Fehlstellung remodelliert hat, wobei die ursprüngliche Fehlstellung nicht mehr zu erkennen ist. Die Inzidenz für übersehene Luxationen ist nicht feststellbar, da die

Anzahl der asymptomatischen Patienten nicht bekannt ist. War früher die Monteggia-Läsion eher die Verletzung des ältern Kindes, so sehen wir heute zunehmend auch sehr junge Kinder mit für ihr Alter typischem „Bowling“ der Ulna, die aber trotzdem zur Subluxation bis Luxation des Radiuskopfes kommt.

Es gibt eine Vielzahl von Arbeiten zur Problematik der veralteten Monteggia-Läsionen, wobei meist weniger als 20 Patienten über viele Jahre untersucht wurden, so dass selbst in großen Zentren nur wenige Kinder pro Jahr mit diesem Problem behandelt werden. Umso entscheidender ist es, die unterschiedlichen Erfahrungen zusammenzutragen.

Der entscheidende Schritt bei der veralteten Monteggia-Läsion wäre, ihre Entstehung zu verhindern. Um dies zu erreichen, muss man die initiale Verletzung erkennen und richtig einschätzen können.

Ursachen einer persistierenden Luxation des Radiuskopfes

Verschiedene Ursachen führen zu einer persistierenden Luxation des Radiuskopfes:

1. Inadäquate radiologische Diagnostik: Sehr oft wird der Ellenbogen ungenügend oder nicht mitgeröntgt, damit kann die Stellung des Radiuskopfes nicht beurteilt werden. Die Aufnahmen sollten möglichst in a.-p.- und seitlicher Projektion durchgeführt werden, dabei müssen Ellen-

bogen- und Handgelenk mit abgebildet sein. Bei einer Ulnafraktur muss zwingend die Stellung des Radiuskopfes überprüft werden. Die radiokapituläre Achse muss in beiden Ebenen beurteilt werden können. Hierbei verläuft die Verlängerung der Radiuslängsachse in beiden Ebenen unabhängig der Unterarmstellung immer durch das Capitulum humeri (Stoeren-Linie).

2. Bei nicht korrekter Reposition bzw. unvollständiger Reposition des Radiuskopfes kann es zur sekundären Redislodation kommen, welche im Verlauf übersehen wird.
3. Inadäquate Ruhigstellung mit Korrekturverlust der Ulnafraktur und konsekutiver Redislodation des Radiuskopfes.
4. Wenn nicht daran gedacht wird – insbesondere bei einer plastischen Verbiegung der Ulna („bowing fracture“) mit Radiuskopfluxation (Abb. 1).
5. Trotz Erkennen der Verletzung wird diese falsch eingeschätzt oder gar ignoriert. Diese Patienten werden leider oft sehr spät vorgestellt.
6. Ignoranz einer erkannten Subluxations- oder Luxationsstellung!

Nach knöcherner Konsolidierung der Ulnafraktur wird die verbliebene Radiuskopfluxation oft nicht wahrgenommen, da diese meist zunächst keine oder nur geringe Probleme macht, die vom Kind nicht bewusst wahrgenommen werden.



Abb. 1 ◀ Typische Situation, die zur veralteten Radiuskopfläsion führt: **a, b** „Bowling“ der Ulna mit konsekutiver Radiuskopfsubluxation bis -luxation (diese Läsion wird übersehen). **c, d** a.-p.- und seitliche Ansicht nach 12 Jahren. Man sieht noch die Veränderungen an der Ulna mit nun extremer Dislokation des Radiuskopfes in beiden Ebenen

Erst im weiterem Wachstum werden die Kinder durch Schmerzen, Bewegungseinschränkungen am Ellenbogen mit Flexions- und/oder Extensionsdefizit und Unterarmumwendbewegungsdefiziten sowie durch Deformierungen am Ellenbogen auffällig.

Fehlentwicklung am Ellenbogen bei persistierender Radiuskopfluxation

Die persistierende Luxation des Radiuskopfes führt zu komplexen posttraumatischen Veränderungen im gesamten Ellenbogengelenk. Im Bereich des proximalen Radioulnargelenks kommt es zum Verlust der Konkavität der Gelenkfläche an der Ulna mit Entwicklung einer Konvexität und damit eines inkongruenten Gelenks.

Durch die fehlende Artikulation radialseitig kommt es zu einem überschießenden Wachstum des Radius mit einer Verlängerung des Radius im Vergleich zur Ulna. Am Radiuskopf findet eine komplexe Veränderung statt, er verliert seine runde Form und gleichzeitig vergrößert er sich. Die proximale Radiusgelenkfläche verliert ihre Konkavität und wird konvex, das Capitulum humeri kann ebenfalls seine runde Form verlieren und abflachen, somit entwickelt sich auch hier eine Inkongruenz des Gelenks. Durch die fehlende Abstützung im Gelenk und das Fehlwachstum der radialen Säule bildet sich ein Cubitus valgus aus. Eine progrediente valgische Fehlstellung kann (allerdings selten [1]) zu einer Ulnarisneuropathie führen.

Differentialdiagnose

Nicht jede Radiuskopfluxation ist eine posttraumatische Luxation. Andere Erkrankungen wie multiple hereditäre Exostosenkrankungen, kongenitale Radiusluxationen, Syndrommissbildungen, neuromuskuläre Erkrankungen und Erbblähmung können mit Radiuskopfluxationen einhergehen.

Seltener als die übersehene Monteggia-Läsion ist die kongenitale Radiuskopfluxation. Auch wenn ein Trauma nicht mehr erinnerlich ist, ist diese Ursache nicht ausgeschlossen, insbesondere bei Bowing-Läsionen der Ulna [2].

Im Einzelfall kann eine Abgrenzung zwischen traumatischer und kongenitaler Radiuskopfluxation schwierig sein. Es ist jedoch entscheidend, zwischen kongenitalen und posttraumatischen Radiuskopfluxationen zu unterscheiden, da die Prognose bei den kongenitalen Luxationen bedeutend schlechter ist. Hier werden bis zu 100% Redislokationen angegeben [3, 4].

Für die kongenitale Luxation sprechen:

1. bilaterale Radiuskopfluxation,
2. meist dorsoradiale Luxation des Radiuskopfes,
3. erhebliche Längendiskrepanz zwischen Ulna und Radius,
4. unterschiedliche Größen der Radiusköpfe mit exzentrischer Form, ausgeprägte konvexe statt konkaver Form der proximalen Radiusgelenkflächen,
5. deutliche Abflachung bzw. Hypoplasie der distalen radialen Humerusgelenkfläche,
6. begleitende Dysplasien,
7. positive Familienanamnese.

Die angeborene Radiuskopfluxation kann als Dysplasie isoliert oder im Rahmen von Syndromen (Nail-Patella-Syndrom, Ehlers-Danlos-Syndrom, Morbus Down, Larsen-Syndrom u. a.) ein- oder beidseitig auftreten. Bei den neuromuskulären Erkrankungen kann eine muskuläre Dysbalance zu Luxationen führen.

Natürlicher Verlauf

Es stellt sich die Frage, ob veraltete Radiuskopfluxationen operativ versorgt und ob vollständig schmerzfreie und asymptomatische Patienten operativ behandelt werden sollen. Einerseits wird in vielen Literaturstellen der ungewisse Ausgang der operativen Korrekturen dargestellt, es werden hohe Redislokationsraten bis zu jeder zweiten Reposition beschrieben [5, 6, 7, 8].

Die operative Rekonstruktion wird als komplikationsträchtig mit Pseudarthrosenbildung nach Osteotomien, Radiuskopfnekrosen, radioulnären Synostosen, Neuropathien, Schmerzen, Bewegungseinschränkung des Ellenbogens und des Unterarms angeben. Andererseits berichtet eine Vielzahl von Autoren über bedeutende Komplikationen bei veralteten Radiuskopfluxationen mit Schmerzen im Ellenbogengelenk, Defiziten in der Ellenbogenbeweglichkeit und Unterarmumwendbewegung, Instabilitäten, Schwäche im Ellenbogen, Achsenfehlstellungen und Neuropathien [1, 7, 9, 10, 11, 12].

Einige Autoren beschreiben Radiuskopfresektionen bei inkongruenten Ge-

lenken mit funktionell schlechteren Ergebnissen als nach Rekonstruktion [13, 14]. Kim et al. [3] konstatieren, dass die Veränderungen am Ellenbogengelenk mit der Dauer der Luxation korrelieren. Dies bestätigt, dass die dysplastischen Veränderungen als Konsequenz des fehlenden Zusammenspiels der Gelenkpartner zu sehen sind (▣ Abb. 1).

► Ein frühes Erkennen der übersehenen Monteggia-Läsion erhöht die Erfolgchancen einer operativen Korrektur deutlich

Mit Zunahme dieser dysplastischen Veränderungen am Ellenbogen wird die Rekonstruktion des Ellenbogengelenks immer schwieriger und aufwändiger. Einigkeit besteht weitgehend darin, dass ein frühes Erkennen der übersehenen Monteggia-Läsion die Erfolgchancen einer operativen Korrektur deutlich erhöht und der operative Aufwand sowie die Komplikationsraten geringer sind.

In Abhängigkeit vom Ausmaß der posttraumatischen Veränderungen am Ellenbogen, insbesondere am luxierten Radiuskopf, sowie der Zeitspanne bis zur Korrektur, ist das Ziel einer „Restitutio ad integrum“ nicht in jedem Falle zu erreichen. Eine unrealistische Vorstellung und entsprechend insuffiziente Behandlung kann dazu führen, dass eine Verschlechterung der Situation eintritt. Nicht jede Fehlstellung muss unbedingt korrigiert werden, das Abwarten des spontanen Verlaufs kann durchaus in bestimmten Fällen funktionell und von Seiten der Beschwerden besser sein als eine fehlgeschlagene versuchte Korrektur.

Dennoch muss festgehalten werden, dass es unsinnig und falsch ist, zu meinen, dass sich eine persistierende Subluxation oder Luxation spontan zurückbildet. Nur aus dieser fatalen Fehleinschätzung ist es zu erklären, dass man sehr oft ganze „Filmsequenzen“ von Röntgenbildern sieht, worauf initial schon der dezentrierte Radiuskopf zu sehen ist und dann immer weiter disloziert, ohne dass gehandelt wurde und dann erst bei lang dauernder, vollständiger Luxation die Frage der Behandlung aufkommt.

Unfallchirurg 2011 · 114:311–322 DOI 10.1007/s00113-011-1961-6
© Springer-Verlag 2011

T. Slongo · F.F. Fernandez

Die fehlverheilte Monteggia-Verletzung im Kindes- und Jugendalter

Zusammenfassung

Obwohl die sog. Monteggia-Verletzung, definiert als isolierte Fraktur der Ulna mit begleitender Radiuskopfsubluxation bis -luxation, schon über hundert Jahre bekannt ist, wird diese Verletzung doch nicht selten falsch beurteilt! Dabei ist nicht die übersehene Ulnafraktur das Problem, sondern die nicht realisierte Dislokation des Radiuskopfes. Die Prognose einer solchen übersehenen Monteggia-Verletzung ist von verschiedenen Faktoren abhängig: Patientenalter, Luxationsdauer und dem Ausmaß der morphologischen Veränderungen des Ellbogengelenks.

Der vorliegende Artikel beschreibt die wesentlichen Kriterien, die es bei einer übersehenen Verletzung zu beachten gilt. Aufgrund dieser Kriterien werden die einzelnen Behandlungsverfahren beschrieben – dies in Abhängigkeit der bestehenden Luxationszeit

des Radiuskopfes. Die Ergebnisse der Behandlung hängen weitgehend von der Erfahrung des Operateurs, der Genauigkeit der Planung sowie der gewählten Operationstechnik ab. Eine intensive postoperative Nachbehandlung ist unumgänglich (häufig initial unter Einsatz einer Motorschiene). Korrekturverluste und Rezidive sind bekannt und nicht selten. Diese kommen bei ungenügender Stabilisierung oder Zentrierung zustande. Aussagekräftige Zahlen gibt es nicht, doch die klinische Erfahrung bestätigt dies nur allzu oft.

Schlüsselwörter

Monteggia-Verletzung · Bowing-Fraktur · Ulnafraktur · Radiuskopffluxation · Ulnaosteotomie

Incorrectly healed Monteggia lesion in childhood and adolescence

Abstract

Although the so-called Monteggia-injury, defined as an isolated fracture of the Ulna accompanying a sub- or complete dislocation of the radial head – is already known more than one hundred years – this injury is anyway often assessed completely wrong! Not the overlooked ulna fracture there is the problem but the not realized dislocation of the radial head. The prognosis of such an overlooked Monteggia-lesion is depending of different factors: age of the patient, duration of the dislocation, the amount of the morphological alteration in the elbow joint.

The presented article describes the essential criteria with which is necessary for a correct assessment. Due to these criteria the individual therapies are described. This in relation to the existing time of the dislocation

of the radial head. The results depend on the surgeon's experience, the accuracy of the planning and the technique chosen. An intensive postoperative physiotherapy is mandatory, frequently with initial application of CPM (continuous passive motion). Loss of correction and residual malalignments are well known and not rare. They occur mostly in instances of insufficient stability and centralization of the radial head, respectively. There are no evident numbers but this is confirmed by clinical experience.

Keywords

Monteggia lesion · Bowing fracture · Ulna fracture · Radial head dislocation · Ulna osteotomy

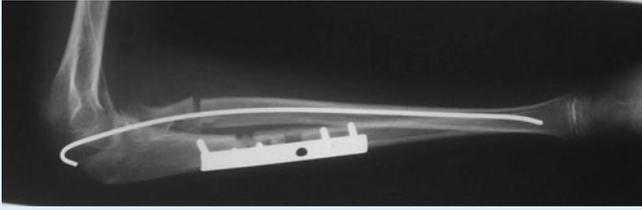


Abb. 2 ◀ Offene Reposition einer veralteten Monteggia-Verletzung durch akut verlängernde Ulna – Osteotomie, Plattenosteosynthese sowie gleichzeitiger verkürzender Radiusosteotomie: Zur Zentrierung des Radiuskopfes wurde der Kirschner-Draht transartikulär in den Radius gebracht. dies sollte heute unbedingt unterlassen werden, da es einerseits zum Bruch des Drahtes im Gelenk oder zur sofortigen Relaxation kommen kann (s. **Abb. 3, 10**)

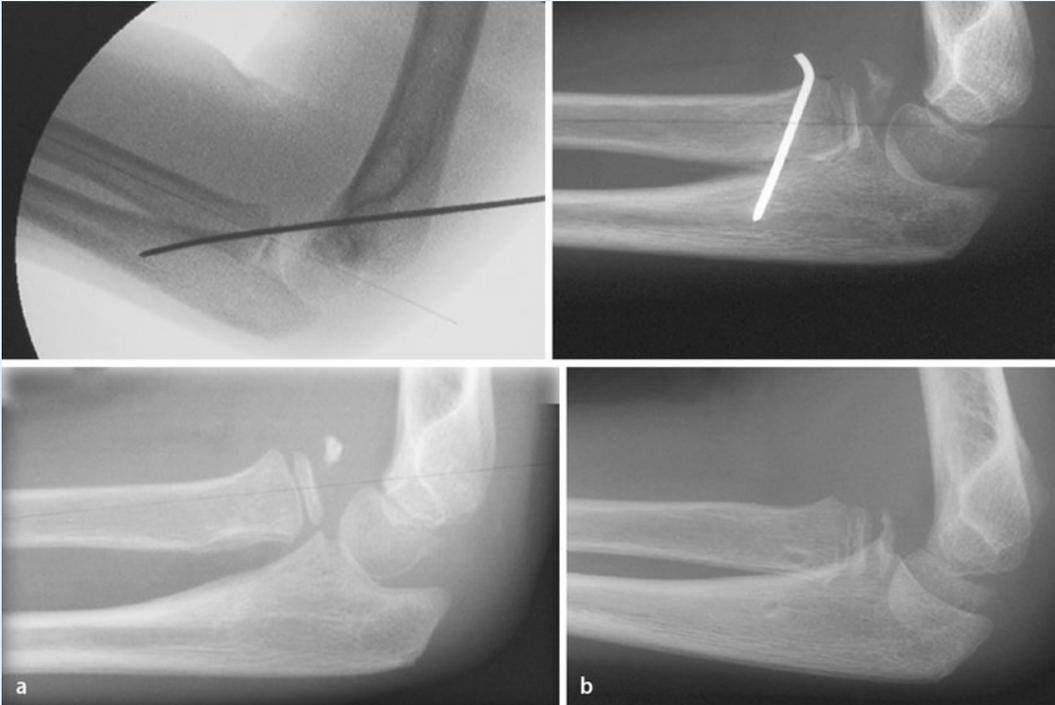


Abb. 3 ◀ **a** Transartikuläre, transkutane Fixation des Radiuskopfes nach offener Reposition: nach Entfernung sofortige Redislokation; analoge Situation, doch wurde hier die Fixation zwischen Radius und Ulna vorgenommen; die Kirschner-Drahtlöcher sind nach der Entfernung und Redislokation noch deutlich zu sehen (**b** [19])

Kriterien für die Entscheidungsfindung zur Korrektur

In der Entscheidungsfindung zur Indikationsstellung für die operative Korrektur spielen folgende Faktoren eine Rolle:

1. Ausmaß der Überlänge des Radiuskopfes: Übertragt der Radiuskopf das Capitulum humeri <5 mm, so ist eine akute Korrektur erfolgreich möglich. Aber auch bei solch geringen Überlängen des Radius ist oft eine milde, jedoch akut mögliche Ulnaverlängerung angezeigt, kombiniert mit einer flektierenden Korrektur der Ulna zur geschlossenen Reposition des Radiuskopfes. Bei größeren Dislokationen ist eine kontinuierliche Verlängerung der Ulna mit zusätzlicher Fixierung des distalen Radius an die distale Ulna einer akuten Korrektur vorzuziehend und erfolgversprechender!
2. Ausmaß der Deformation des luxierten Radiuskopfes.
3. Alter des Patienten und der Verletzung: Je länger die Dislokation besteht und je älter der Patient ist, umso zurückhaltender sollte die Indikation gestellt werden. Dabei sind jedoch die subjektiven Symptome zu berücksichtigen.
4. Verbliebene Fehlstellung der Ulna: Eine der Hauptursachen für die Radiuskopffluxation stellt die verbliebene Ulnafehlstellung sowie der relative Längenverlust der Ulna dar. Die Beseitigung dieses relativen Längendefizits stellt eines der Schlüsselziele der Korrektur dar.
5. Verlust der Konkavität am proximalen Radioulnargelenk: In diesem Fall ist eine sichere Einstellung des Radius schwierig, es verbleibt eine Subluxationsstellung. Deshalb muss der Radius über das proximale Ende des

ehemaligen Gelenks gebracht werden, nur dann kann es in die korrekte Achse kommen.

6. Entwicklung der Inkongruenz im radiohumeralen Gelenk.

Einfluss des Patientenalters

Der Einfluss des Patientenalters wird kontrovers diskutiert. In der Literatur finden sich sehr heterogene Gruppen, das Alter variiert zwischen dem 2. und 16. Lebensjahr. Prinzipiell sollte jedoch jede übersehene Luxation (unabhängig vom Alter) möglichst schnell behandelt werden, bevor sekundäre Veränderungen (wie oben beschrieben) eingetreten sind.

Nakamura et al. [15] stellen in ihrer Arbeit fest, dass Kinder >12 Jahren und einer Luxationsdauer von >3 Jahren schlechtere operative Resultate sowie erhöhte Komplikationsraten zeigen. Sie empfehlen hier auf jeden Fall eine offene

Einstellung mit Débridement des möglicherweise interponierten Gewebes im proximalen Radioulnargelenk, um eine sichere Einstellung zu erzielen. Andere Autoren sind ebenfalls der Auffassung, dass der Radiuskopf bei Kindern <12 Jahren ein hohe Remodellierungsfähigkeit besitzt und in diesem Alter eine Reposition erfolgen sollte [5, 16, 17]. Weitere Autoren [1, 3, 16] führen bei mehrjährigen Radiuskopfluxationen bis zum jugendlichen Alter von 15 Jahren eine offene Einstellung durch. Kim et al. [18] finden im Gegensatz zu Nakamura et al. [15] keine signifikante Korrelation zwischen Alter bzw. Luxationsdauer und Operationsergebnis.

Im Gegensatz zu diesen Literaturangaben sind die Autoren der Ansicht, dass gerade bei älteren Kindern und länger zurückliegender initialer Verletzung immer ein geschlossenes Vorgehen gewählt werden sollte, da alle offenen Vorgehen zu Narbenbildungen führen und ein Remodeling nicht mehr erwartet werden kann. Vielmehr liegt dem geschlossenen Vorgehen mit Ulnaverlängerung die Philosophie zugrunde, dass man den Radiuskopf möglichst vom Humerus wegbringen sollte, um eine freie Beweglichkeit zu bekommen – sehr oft stellt sich der Radius sehr gut ein! Man könnte das Ganze als „radial neck resection equivalent without resection“ bezeichnen.

Operative Verfahren

Es werden verschiedene operative Ansätze angegeben: von der offenen Radiuskopfeinstellung mit Ringbandrekonstruktion [10] über die offene Radiuskopfeinstellung mit Débridement des Ellenbogengelenks bis hin zu verschiedenen korrigierenden Ulnaosteotomien mit unterschiedlichen Osteosyntheseverfahren. Verkürzende bzw. rotierende Radius- oder Ulnaosteotomien ohne Stabilisierung im Sinne eines „floatings“ sind dagegen seltene Eingriffe und werden hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt (■ **Abb. 2, 3**).

Korrigierende Ulnaosteotomie

Die meisten Autoren sind sich darüber einig, dass der ossären Fehlstellung der konsolidierten Ulnafraktur eine zentrale Bedeutung zukommt und im Wesentli-

chen für die persistierende Radiuskopfluxation verantwortlich ist. Diese remodeliert sich meist im weiteren Verlauf derart, dass die Fehlstellung als solche nicht mehr erkennbar ist. Die Ulnafehlstellung äußert sich meist nicht nur in der Sagittalebene, sondern auch als Varusfehlstellung. Hinzu kommt noch eine relative Verkürzung gegenüber dem Radius (da der Radius nach proximal am Capitulum vorbeigewandert ist) und eine mögliche Rotationsfehlstellung der Ulna.

► Eine sichere Reposition des luxierten Radiuskopfes ist nur über eine angulierende Ulnaosteotomie möglich

In Kenntnis dieser Pathologie der Ulna besteht große Einigkeit darüber, dass eine sichere Reposition des luxierten Radiuskopfes nur über eine angulierende Ulnaosteotomie (evtl. mit Verlängerung) möglich ist [1, 16, 17, 19, 20].

Die Hauptschwierigkeit besteht nun darin, dass zwar auf den Frakturbildern, sofern sie zur Verfügung stehen, die Frakturhöhe erkennbar ist, jedoch nicht die dreidimensionale Fehlstellung. Hat dann noch eine Remodellierung stattgefunden, so ist die Fehlstellung in ihrer Dreidimensionalität und Verkürzung nur bedingt rechnerisch planbar. Weder radiologisch noch klinisch lässt sich bei der veralteten Monteggia-Läsion der genaue Korrekturwinkel vor der Operation feststellen.

Unabhängig der ursprünglichen Frakturlokalisation sollte die Ulnaosteotomie maximal am distalen Ende des proximalen Ulnadrittels erfolgen. Nur so kann genügend Spannung über die Membrana interossea auf den Radius ausgeübt werden! Deshalb sind auch die entsprechenden Fixationsverfahren unabdingbar (z. B. sind Tub-to-tube-Systeme besser geeignet als Monotube-Systeme!).

Intraoperativ muss der Radiuskopf nach der proximalen Ulnaosteotomie durch eine graduelle Angulation und Verlängerung der Osteotomie sicher eingestellt werden. Diese komplexe korrigierende, nicht vorhersagbare Einstellung lässt sich mit einer Plattenosteosynthese, obwohl in der Literatur beschrieben [3, 16, 20, 21], nur sehr schwierig durchführen (■ **Abb. 4, 5**).

Durch die graduelle Einstellung mittels frei beweglichem Tube-to-tube-Fixateur ist die Suche nach der korrekten Einstellung des Radiuskopfes über die Ulnaosteotomie deutlich einfacher, weniger invasiv und sicherer zu machen. Sehr oft kann dabei beobachtet werden, dass sich der Radiuskopf die beste Einstellung „selbst sucht“. Auf jeden Fall sollte vermieden werden, durch zusätzlich eingebrachte, oft transartikuläre Kirschner-Drähte den Radiuskopf „zwanghaft“ zu halten. Es ist jedoch damit zu rechnen, dass es nach Entfernung der Transfixation zu einer Reluxation kommt.

Intraoperativ kann das Radiohumeralgelenk gelegentlich durch eine Miniarthrotomie offen oder noch besser geschlossen unter BW-Kontrolle eingestellt werden, dabei kann in allen Bewegungskombinationen die Stellung des Radiuskopfes überprüft werden. Somit kann über den Fixateur eine einzeitige Einstellung möglich sein.

Sollte aufgrund der Längendiskrepanz eine Verlängerung notwendig werden, so kann über den Fixateur eine Kallusdistraktion erfolgen (■ **Abb. 6, 7, 8**). Ist diese Maßnahme notwendig, muss darauf geachtet werden, dass der Radius für die Verlängerungszeit und noch mindestens 2 Wochen darüber hinaus distal mitgefasst wird. Nur dies garantiert, dass sich jeder Millimeter der Ulnaverlängerung auch auf den Radius überträgt (besser dafür geeignet sind Ringfixateursysteme!).

Auch über eine zweizeitige Korrektur mit einem Fixateur nach einer Kallusdistraktion wird berichtet [19, 22]. Sobald der Radiuskopf im Seitenbild das Capitulum humeri nicht mehr überragt (günstig ist es, wenn der Radiuskopf mindestens 5 mm distal des Capitulum liegt), wird die Ulnaangulation mit dem Fixateur durchgeführt und das Radiuskopf geschlossen oder evtl. offen reponiert. Es lohnt sich deshalb schon im Voraus einen Angulator einzubauen, ansonsten muss zu dieser Korrektur eine Kurznarkose oder zumindest Sedation durchgeführt werden.

Unverständlicherweise für die Autoren wird kontrovers diskutiert, ob bei einer Kallusdistraktion über einen Fixateur zum Ausgleich der Längendifferenz zum Transport des Radiuskopfes nach distal eine radioulnäre Transfixation not-

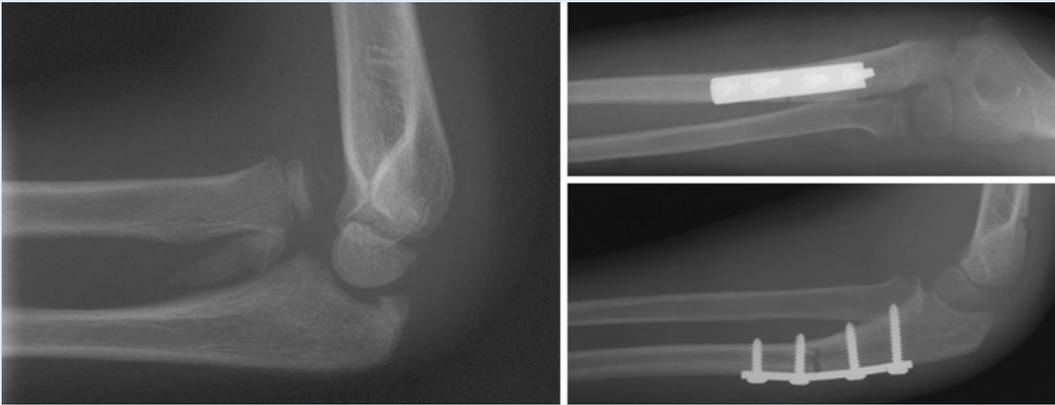


Abb. 4 ◀ Situation 6 Monate nach übersehener Monteggia-Verletzung: Man erkennt die Luxation des Radius und verkalkte Anteile des Lig. annulare, zudem ist zu diesem Zeitpunkt der Radiuskopf noch auf Höhe des Gelenks, somit kann noch eine Reposition akut durch flektierende Ulnaosteotomie und hier zusätzlicher Lig.-annulare-Rekonstruktion erfolgen (die Verkalkung wurde entfernt)



Abb. 5 ◀ 11-jähriges Mädchen, vor 8 Monaten Sturz auf Unterarm, übersehene Monteggia-Verletzung, das „Bowling“ der Ulna ist noch deutlich zu sehen (a): Im Gegensatz zu **Abb. 4** wird hier ein monolateraler Fixateur verwendet. Wir bevorzugen diese Fixationsart und Korrektur, da sie ein freies Manipulieren der Ulna und spontanes Einstellen des Radiuskopfes erlaubt. Hier ist ein offenes Vorgehen nicht notwendig! **b** Intraoperative Funktionskontrolle und Dokumentation [19]

wendig ist. Dies ist, wie Slongo [19] empfiehlt, schon rein aus anatomisch-biomechanischem Verständnis eine unabdingbare Maßnahme, da sonst wegen der Elastizität der Membran keine 1:1-Bewegung des Radius erfolgt (unzählige Beispiele belegen dies!) Deshalb verwendet Slongo [19] für die unproblematische Transfixation immer den Ringfixateur, während Hasler et al. [1] und Exner [22] der Auffassung sind, dass der Radiuskopf über eine Ligamentotaxis der Membrana interossea distalisiert werden kann [dies bedingt jedoch aufgrund der Elastizität eine „Überdistraktion“ (s. oben)].

Ringbandrekonstruktion

Die Ringbandrekonstruktion wird äußerst kontrovers diskutiert. Einige Autoren sind der Auffassung, dass bei der offenen Reposition des Radiuskopfes eine Ringbandrekonstruktion durchgeführt werden sollte [6, 8, 12, 15, 18, 20, 23, 24]. Dabei wird meist eine Schlinge aus dem zentralen Trizepssehnen Spiegel [10], aus den lateralen Anteilen des Sehnen spiegels [7, 25] oder aus der tiefen Unterarmfaszie benutzt [16]. Kim et al. [3, 18] geben an, dass das Ringband der Hauptstabilisator für den Radiuskopf ist. Ziel dabei ist, den

Radiuskopf statisch und dynamisch zentriert zu halten.

In anderen Arbeiten wird bezweifelt, dass eine Ringbandrekonstruktion überhaupt notwendig ist [1, 12, 21, 22]. Die Autoren sind der Auffassung, dass bei einem deformierten Radiuskopf eine Stabilisierung durch das rekonstruierte Band nicht geleistet werden kann. Die Rekonstruktion führt zu einer deutlichen Ausweitung der Operation mit postoperativer Ruhigstellung.

An Komplikationen werden neben Bewegungseinschränkungen der Unterarmumwölbung insbesondere die Einschränkung der Pronation, heteroto-

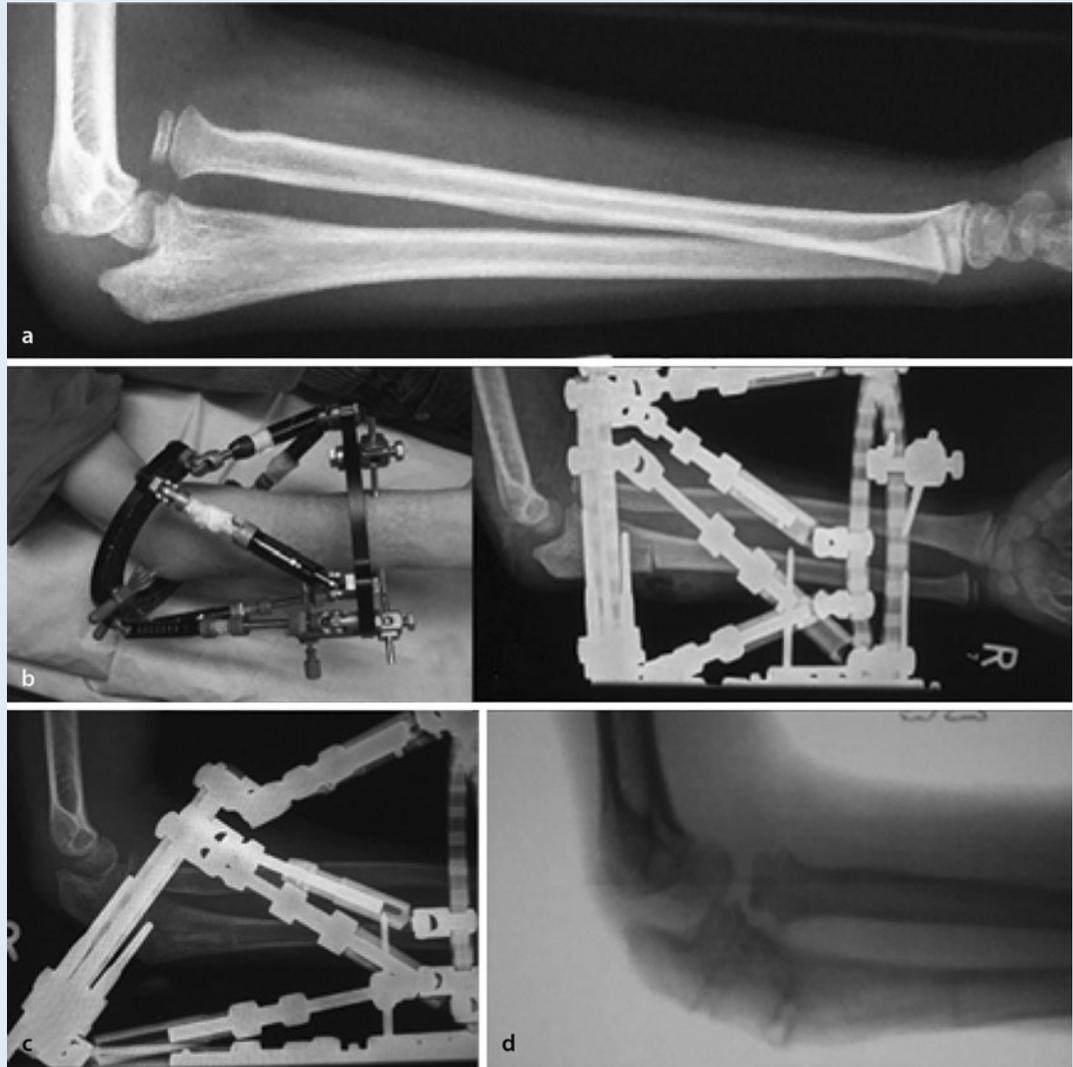


Abb. 6 ▶ a–d 9-jähriger Junge mit seit 4 Jahren bestehender veralteter Monteggia-Läsion bei übersehener Monteggia-Fraktur im Alter von 5 Jahren: **b, c** Anlage eines „Taylor Spatial Frame“ (TSF) und graduelle Korrektur über Verlängerung und Angulation mit dem TSF-Ringfixateur; 6 Monate nach Entfernung des Ringfixateurs gute Zentrierung des Radiuskopfes, geringgradig eingeschränkte Unterarmumwendbewegung sowie freie Ellenbogenbeweglichkeit

pe Ossifikationen, radioulnäre Synostosen und Radiuskopfnekrosen angegeben [7, 18, 26, 27]. Von Autorensseite aus können wir sagen, dass die Ringbandrekonstruktion nur in sehr speziellen und seltenen Fällen sinnvoll sein kann.

Hinter dieser Ansicht steht die Beobachtung und Meinung, dass bei der Luxation des Radiuskopfes das Ringband nicht zerrissen wird sondern abreißt, d. h. im Prinzip ist dieses intakt, der Radiuskopf ist jedoch herausgeschlüpft! Dies wird deutlich sichtbar bei noch nicht lange zurückliegenden Luxationen – die Ringbandschlinge hat sich noch nicht zusammengezogen und die Öffnung für den Radiuskopf ist deutlich zu sehen. In diesen Fällen muss das Ringband wie ein „Pneu“ über den Radius-

kopf gestülpt werden. Das Band legt sich dann an die normale Stelle, muss nicht fixiert werden und kann wieder anwachsen. Bei länger zurückliegenden Fällen hingegen ist das Band geschrumpft, die Öffnung ist kaum mehr zu sehen und muss gesucht werden. Ist diese gefunden, so kann mit einem stumpfen Instrument die Öffnung resp. das Band ausgeweitet und über den Radiuskopf bzw. über den Radius Hals gestülpt werden. In der Regel erübrigt sich eine zusätzliche Fixation. Um dies einerseits zu erkennen und andererseits auch ausnützen zu können bedarf es einer sorgfältigen Arthrotomie und Präparation – führt man diese im herkömmlichen Sinne durch, so zerschneidet bzw. zerstört man diese wichtigen Strukturen. Die Arthrotomie hat von

weit proximal auf Höhe des Kapitulums zu erfolgen, damit man von proximal ins Gelenk schauen kann. Nur so sind die interponierten Ringbandstrukturen und auch die noch vorhandene ehemalige Öffnung zu sehen.

Temporäre Transfixation des radiokapitulären Gelenks

Das Verfahren wurde in der Vergangenheit als unterstützende Maßnahme bei der Ringbandrekonstruktion von verschiedenen Autoren vorgeschlagen [7, 11, 24, 25].

Auf eine transartikuläre radiokapituläre Fixation sollte jedoch unter allen Umständen verzichtet werden: einerseits kommt es wegen den Bewegun-



Abb. 7 ◀ 10-jähriges Mädchen mit übersehener Monteggia-Verletzung während 3 Jahren (*oben*): Behandlung mittels konventionellem Ringfixateur ohne offene Reposition (*Mitte*). Es ist darauf zu achten, dass der Radius distal immer mit gefasst wird, dies gilt auch beim TSF. Die Angulation kann über Gelenke erreicht werden. Um die Tragedauer des Fixateurs zu verringern wird der Fixateur externe nach erreichter Verlängerung durch einen Fixateur interne ersetzt (*unten*, LCP-Platte)

gen im Gelenk trotz Gipsruhigstellung meist zu einem intraartikulären Drahtbruch (▣ **Abb. 9, 10**), andererseits sollte die Einstellung so locker sein, dass der Kopf spontan eingestellt bleibt und nicht zwanghaft gehalten werden muss! In aller Regel kommt es meist nach Entfernung der Fixation zur sofortigen Redislokation (▣ **Abb. 3**). Ursache einer ungenügenden Einstellung des Radiuskopfes unter Druck

ist meist eine ungenügende Verlängerung und Angulation der Ulna (häufig zu sehen bei Verwendung eines unilateralen Fixateurs ohne Mitfassen des Radius distal, ▣ **Abb. 9**).

Die meisten Autoren – insbesondere der neueren Arbeiten – führen die Transfixation nicht durch bzw. lehnen diese ab [1, 19, 20, 21, 22, 23]. Darüber hinaus treten Infekte oder wie oben beschrieben Brüche

des Kirschner-Drahtes auf (▣ **Abb. 5**). Das Entfernen dieser Drähte bedeutet einen hohen operativen Aufwand.

Offene Reposition des Radiuskopfes

Die Arthrotomie mit offener Einstellung des Radiuskopfes wird unterschiedlich gehandhabt. Die meisten Autoren füh-



Abb. 8 ▶ Patientin von **Abb. 7** mit einem Ringfixateur, konventionell oder TSF werden von den Kindern sehr gut toleriert



Abb. 9 ▶ Typisches Beispiel eines fehlgeschlagenen Repositionsversuchs mittels beschriebener Fixateur-externe-Technik: 2 Hauptgründe sind dafür verantwortlich: **a** falscher Ort der Osteotomie, **b** der Radius ist nicht mitgefasst und folgt der Verlängerung nicht! [19]

ren dies standardmäßig im Rahmen des Débridements des radioulnaren und radiohumeralen Gelenks durch. Bei anderen erfolgt dies bei der Ringbandrekonstruktion [1, 5, 8, 12, 15, 16, 18, 20, 21, 23]. Prinzipiell sollte diese nach Ansicht der Autoren (wenn möglich) unterlassen werden bzw. gemäß der in Abschn. „Ringbandrekonstruktion“ beschriebenen Technik vorgegangen werden.

Behandlungsstrategie

Ziel ist die optimale Wiederherstellung der funktionellen und anatomischen Verhältnisse des Ellenbogengelenks. Das Behandlungsziel ist stark abhängig vom Alter der Luxation und den Veränderungen am Ellenbogengelenk [1, 3, 7, 16, 19, 28]. Es lassen sich 3 zeitliche Stadien (Typ I–III) einteilen.

Typ I: Behandlung von kurzzeitigen Radiuskopfluxationen von ≤4 Monaten Dauer

Die Beseitigung der Fehlstellung der Ulna hat oberste Priorität. Dies ist nur durch eine flektierende Ulnaosteotomie möglich (**Abb. 4, 5**). Kommt es nicht zu einer sicheren Reposition des Radiuskopfes, kann zu diesem Zeitpunkt eine Arthrotomie über einen dorsola-



Abb. 10 ▲ Veraltete Monteggia-Läsion nach offener Reposition und radiohumeraler Transfixation: Bruch des Drahtes trotz Oberarmruhmigstellung

teralen Zugang noch durchaus sinnvoll sein.

Es wird überprüft, ob z. B. das Lig. annulare interponiert ist. Dieses wird nicht durchtrennt, sondern vorsichtig, wie bereits beschrieben, über den Radiuskopf gezogen. In seltenen Fällen kann eine extraartikuläre Lage des Radiuskopfes vorliegen, die knopflochartig den Wiedereintritt des Radiuskopfes in das Gelenk verhindert.

Visuell wird überprüft, dass der Radiuskopf in der Funktionsprüfung mit dem Capitulum humeri artikuliert und stabil reponiert bleibt. Ansonsten muss überlegt werden, welche weiteren Maßnahmen die Reposition verhindern. Auf eine zwanghafte Fixation muss verzichtet werden (s. oben).

— **Der korrekten und suffizienten Stabilisierung der Ulnaosteotomie muss größte Beachtung geschenkt werden.**

Obwohl die frische Monteggia-Verletzung heute anerkannter Weise fast ausschließlich mittels elastischer Markraumschiene optimal und minimalinvasiv versorgt werden kann, ist darauf zu achten, dass eine starke Vorbiegung der Schiene sehr wichtig ist, damit sie den deformierenden Kräften entgegen

wirken kann (■ **Abb. 11**). Die Autoren möchten jedoch die von Hui et al. [23] und Inoue u. Shionoya [6] vorgeschlagene Fixierung einer korrigierenden Ulnaosteotomie mittels der ESIN-Methode eher als problematisch und nicht unbedingt empfehlenswert beurteilen. Diese Beurteilung basiert auf der Erfahrung, dass bei suboptimaler Platzierung des elastischen Nagels dieser sich der ehemaligen Deformierung anpasst und es zu einer Relaxation kommen kann. Zudem muss die Ulna meist nicht nur begradigt, sondern flektiert werden. Im Weiteren spricht die Erfahrung dafür, dass selbst im Kindesalter Ulnaosteotomien zu Pseudoarthrosen führen können, gegen die Verwendung eines nicht stabilen Implantats, wie es die elastische Schienung darstellt.

Die osteosynthetische Stabilisierung mittels Platte ist eine bewährte, sichere Osteosynthese [16, 18, 20, 21]. Den Nachteil der Plattenosteosynthese sehen wir jedoch in dem Umstand, dass die Ulna definitiv fixiert wird und somit eine Zwangshaltung vorgibt. Falls der Radiuskopf in der durch die Platte gehaltenen Stellung nicht optimal steht, muss die Korrektur erneuert bzw. die Platte neu angepasst werden. Diese Nachteile können durch die Verwendung eines modularen Tubeto-tube-Fixateurs (Monotube-Systeme sind weniger geeignet) umgangen werden. Ziel der Verwendung eines modularen Fixateurs ist es, durch Bewegung der beiden Ulnafragmente den Radiuskopf sich selbst zwangsfrei einstellen zu lassen. Zudem sind auch noch Justierungen möglich ([1, 19, 22], ■ **Abb. 5**).

Ältere Literaturstellen beschreiben, dass eine Ulnaosteotomie nicht notwendig ist und empfehlen eine alleinige Ringbandrekonstruktion [7, 10, 27]. Wie bereits erwähnt, sehen die Autoren darin gewisse, nicht unerhebliche Probleme und befürworten, die Osteotomie der Ulna in jedem Falle durchzuführen.

Typ II: Behandlung von Radiuskopfluxationen, welche über 4–12 Monate bestanden haben (Intermediärtyp)

Beim Typ II handelt es sich um eine chronische Luxation mit bereits möglichen Veränderungen am Radiuskopf wie einer

relativen Überlänge von >5 mm einerseits (es handelt sich um eine relative Verlängerung, da der Radiuskopf am Capitulum vorbei gleitet!) und verändertem proximalem Radioulnargelenk mit Verlust der ulnaren konkaven Gelenkfläche andererseits.

Der Hauptgrund, weshalb es zu einer über so lange Zeit übersehenen Luxationsstellung kommen kann ist der Umstand, dass erfahrungsgemäß die verbliebene Fehlstellung der Ulna übersehen bzw. falsch eingeschätzt wurde! Die Einschätzung wird dadurch erschwert, dass die ursprüngliche, deutlich sichtbare Frakturfehlstellung sich weitgehend bis partiell, wenn nicht ganz, modelliert hat. Über eine erfolgreiche osteosynthetische Versorgung der Korrekturosteotomie (s. oben) wird auch hier berichtet [12, 16, 18, 20, 21]. Da die exakt benötigte Länge und Angulation schwerer abzuschätzen ist, gestaltet sich auch das Modellieren der Platte aufwendiger. Bei einer dabei akuten Verlängerung (maximal 1,0–1,5 cm) ist auch mit Heilungsproblemen zu rechnen, falls die entstandene Lücke nicht mittels „trikortikalem“ Beckenspan aufgefüllt wird.

Diese Schwierigkeiten und Nachteile können durch Verwendung eines Fixateur externe umgangen werden, der durch seine graduelle Einstellung auf der Suche nach dem benötigten Korrekturausmaß der Ulnaosteotomie deutlich mehr Möglichkeiten und Freiheit erlaubt! Bei einem Übertagen des Radiuskopfes über das Capitulum um >5–8 mm Längendifferenz ist eine Verlängerung der Ulna unbedingt anzustreben – diese kann evtl. akut (mit Einsetzen eines trikortikalen Beckenspans, s. oben) oder besser mittels Kallusdistraction durchgeführt werden [1, 19, 22].

Für die Verlängerung werden monolaterale Fixateure oder der Ringfixateur eingesetzt. Dabei muss unbedingt gefordert werden, dass distal der Radius mitgefasst wird, um eine 1:1-Distalisation des Radius zu erzielen. Dies lässt sich mit Ringsystemen deutlich einfacher und sicherer durchführen. Generell muss gesagt werden, dass man sich hier besser solcher Ringsysteme bedient – sei es mittels konventionellen Ringen und Gelenken zwecks Angulation oder mittels eines sog. Hexapod-Systems oder durch konventionelle Ringsysteme (■ **Abb. 7, 8**).



Abb. 11 ▶ Typische Monteggia-Verletzung behandelt mittels geschlossener Reposition und endome-
dullärer Schienung (ESIN)

Kommt es durch die korrigierende Manipulation (Angulation, Verlängerung, Korrektur des Varus oder Valgus und evtl. Rotation) über die Ulnaosteotomie nicht zur Einstellung des Radiuskopfes, sollte primär der Radius soweit distal gezogen werden, dass er sich distal des ehemaligen Radioulnargelenks einstellen kann, um nicht mehr mit dem Kapitulum in Konflikt (Impingment) zu geraten! Ist das Alignment des Radius trotz dieser suffizienten Maßnahmen ungenügend, kann sehr zurückhaltend doch die Arthrotomie diskutiert bzw. in Erwägung gezogen werden. In diesem Fall ist ein Weichteilinterponat im Sinne von Kapselvernarbungen zu entfernen. Das Lig. annulare hingegen sollte, wie schon mehrmals erwähnt, nicht durchtrennt, sondern vorsichtig über den Radiuskopf gestülpt werden.

Sollte trotz eines Débridements bei rupturiertem Ringband eine sichere Einstellung des Radiuskopfes nicht möglich sein, so stellt die Rekonstruktion des Ringbandes eine weitere Option dar [16, 18, 19, 20, 23]. Die Retention des Radiuskopfes über eine radiokapitäre Transfixation mit einem Kirschner-Draht ist unbedingt zu vermeiden bzw. zu unterlassen (s. oben)!

Die Radiuskopfresektion zeigt funktionell schlechtere Ergebnisse als die Rekonstruktion [13, 14], daher sollte diese Maßnahme in den Hintergrund treten und nur als „salvage procedure“ durchgeführt werden.

Typ III: Behandlung von chronischen Radiuskopfluxationen von >12 Monaten Dauer

Bei einer Luxationsdauer von >12 Monaten sind die Veränderungen an Radiuskopf und proximalem Radioulnargelenk sowie proximalem Radiohumeralgelenk noch ausgeprägter. Dies macht eine „anatomische“ Einstellung des Radiuskopfes praktisch unmöglich. So bestätigt auch die Arbeit von Kim et al. [3], dass die genannten Umbauvorgänge am Ellenbogengelenk schwerwiegender sind, je länger die Radiuskopfluxation besteht.

Seel u. Peterson [8] und die Autoren sind der Auffassung, dass weniger das Alter des Patienten und die Dislokationsdauer per se eine Rolle für die chirurgische Intervention spielen, sondern vielmehr die konkave proximale Radiuskopfgelenkfläche und der Verlust der Konkavität des ulnaren Anteils des proximalen radioulnären Gelenks.

Aufgrund der Langzeitluxation mit den genannten Veränderungen stellt dieser Typ eine besondere Herausforderung dar. Es gilt eingehend zu prüfen, was die Vorteile für den Patienten sind – auf jeden Fall darf eine unsachgemäße oder inadäquate Operation die Situation für den Patienten nicht verschlechtern! Einige Autoren sind der Auffassung, dass es nur die Dislokation (d. h. das Impingment und Hinging zwischen dem distalen Humerus und dem nach proximal ge-

wanderten Radiuskopfes) zu beseitigen gilt [19, 29, 30]. Dabei muss der Radiuskopf genügend weit nach distal transportiert werden, um eine Situation zu kreieren, die einer Radiuskopfresektion ähnelt, jedoch ohne deren Nachteile in Kauf nehmen zu müssen. Eine sekundäre offene Einstellung wird von diesen Autoren nicht empfohlen, da dies überhaupt keinen Sinn mehr macht. Beim Typ III gelten hinsichtlich der osteosynthetischen Versorgung bzw. der Reposition des Radiuskopfes über den Fixateur dieselben Überlegungen wie beim Typ II. Technisch empfehlen die Autoren diese Einstellung bzw. Distalisation des Radius über eine Ulnaverlängerung vorzunehmen. Obwohl dieses Verfahren auch immer wieder mit sog. monolateralen Fixateuren erfolgt (mit oft äußerst unbefriedigenden Situationen), sollte zu diesem Zeitpunkt die Korrektur nur mit einem Ringsystem erfolgen. Nur diese Systeme erlauben eine schmerzfreie, auch nachträglich in allen Ebenen durchzuführende Korrektur (■ **Abb. 11**)!

Andere Autoren versuchen zunächst, den Radiuskopf indirekt über eine korrigierende Ulnaosteotomie mit einem Fixateur oder einer Platte einzustellen. Bei Versagen wird eine offene Einstellung des Radiuskopfes versucht bzw. gleich durchgeführt [1, 15, 22].

Durch das ausgeprägtere Ausmaß der Deformität und die Längendiskrepanz zwischen Radius und Ulna scheint der Fi-

xateur hier das sicherere und flexiblere System zu sein, um auf die komplexe Situation zu reagieren. Der Ringfixateur erlaubt im Vergleich zum monolateralen Fixateur eine hohe Stabilität [19], wobei mit Letzterem ebenfalls gute Ergebnisse erzielt werden können ([1, 22], **Abb. 5**). Nach erfolgreicher Reposition des Radiuskopfes darf es zunächst nicht verwundern, wenn eine Zeit lang die Beweglichkeit im Ellenbogen sowie auch die Unterarmumwendbewegung eingeschränkt ist [8, 16, 18, 19].

Vorsichtsmaßnahmen

Da beim Typ II wie III über eine beträchtliche Zeitspanne bis hin zu Jahren eine relative Längenungleichheit zwischen Ulna und Radius bestanden hat, ist mit erheblichen Auswirkungen auch auf das Handgelenk zu rechnen. Wird isoliert die Ulna verlängert, kommt es zu einem sehr störenden bis schmerzhaften Ulnavorschub am Handgelenk. Wir haben eine erhebliche Anzahl derartiger Fälle zur Behandlung bekommen. In diesen Fällen ist dann nur noch die distale Ulnaverkürzungsosteotomie angezeigt, was paradox und den Eltern nur schwer verständlich zu machen ist! Wenn bei Verwendung eines monolateralen Fixateurs über eine längere Zeitspanne (mindestens bis zur Konsolidierung der Verlängerung) distal eine Blockierung zwischen Ulna und Radius erfolgt, kann diese Situation definitiv umgangen und vermieden werden. Dies ist mit einem Ringsystem viel einfacher und unproblematischer zu lösen, da auf dem distalen Ring Ulna und Radius voneinander unabhängig fixiert werden können (**Abb. 6, 7**). Zudem werden Ringsysteme von Kindern sehr gut akzeptiert (**Abb. 8**).

Fazit für die Praxis

- Die Behandlungsergebnisse der veralteten Monteggia-Frakturen haben sich gebessert, dies liegt v. a. daran, dass heute ein größeres Verständnis der gesamten Pathologie am Ellenbogen vorliegt.
- Es bedarf eines guten Behandlungskonzepts, um die komplexen Fehlstellungen zu korrigieren und die vielfältigen Probleme adäquat lösen zu können.

- Bei der Indikation zur Korrektur gilt es abzuschätzen, inwieweit diese sinnvoll ist.
- Veränderungen am Radioulnar- und Radiohumeralgelenk und am Radiuskopf sowie die Luxationsdauer haben entscheidenden Einfluss auf das Outcome der Korrektur.
- Nicht jede Radiuskopfluxation muss zwingend reponiert werden, gelegentlich kann der sich einstellende Spontanzustand funktionell und von Seiten der Beschwerden besser sein als ein frustrierender Korrekturversuch mit nicht selten einer Verschlechterung der Situation!
- Oberstes Ziel ist aber die Verhinderung dieser veralteten Läsionen, da die erkannte und adäquat versorgte Monteggia-Läsion eine sehr gute Prognose hat.

Korrespondenzadresse

T. Slongo
Department of Paediatric Surgery,
Paediatric Trauma and Orthopaedics,
University Children's Hospital
CH-3010 Bern
Schweiz
theddy.slongo@insel.ch

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Hasler CC, Laer L von, Hell AK (2005) Open reduction, ulnar osteotomy and external fixation for chronic anterior dislocation of the radius. *J Bone Joint Surg Br* 87:88–94
2. Mardam-Bey T, Ger E (1979) Congenital radial head dislocation. *J Hand Surg Am* 4:316–320
3. Kim HT, Conjares JNV, Suh JT, Yoo CI (2002) Chronic radial head dislocation in children, Part 1: Pathologic changes preventing stable reduction and surgical correction. *J Pediatr Orthop* 22:583–590
4. Bollini G JM, Jacquemier M et al (1988) The treatment of old dislocation of the radial head in children by osteotomy of the upper end of the ulna: apropos of 15 cases. *Rev Chir Orthop Reparat Appar Mot* 74:173–182
5. Horii E, Nakamura R, Koh S et al (2002) Surgical treatment for chronic radial head dislocation. *J Bone Joint Surg Am* 84:1183–1188
6. Inoue G, Shionoya K (1998) Corrective ulnar osteotomy for malunited anterior Monteggia lesions in children. *Acta Orthop Scand* 69:73–76
7. Oner FC, Diepstraten AF (1993) Treatment of chronic post-traumatic dislocation of the radial head in children. *J Bone Joint Surg Br* 75:577–581
8. Seel MJ, Peterson HA (1999) Management of chronic posttraumatic radial head dislocation in children. *J Pediatr Orthop* 19:306–312
9. Austin R (1976) Tardy palsy of the radial nerve from Monteggia fracture. *Injury* 7:202–204

10. Bell-Tawse AJS (1965) The treatment of malunited anterior Monteggia fractures in children. *J Bone Joint Surg Br* 47:718–723
11. Best TN (1994) Management of old unreduced Monteggia fracture-dislocation of the elbow in children. *J Pediatr Orthop B* 14:193–199
12. Hirayama T, Takemitsu Y, Yagihara K, Mikita A (1987) Operation for chronic dislocation of the radial head in children- reduction by osteotomy of the ulna. *J Bone Joint Surg Br* 69:639–642
13. Wiley JJ, Pegington J, Horwich JP (1974) Traumatic dislocation of the radius at the elbow. *J Bone Joint Surg Br* 76:501–507
14. Kadic MA, Bloem RM (1991) Traumatic isolated anterior dislocation of the radial head: a case with a 32-year follow-up. *Acta Orthop Scand* 62:288–289
15. Nakamura K, Hirachi K, Uchiyama S et al (2009) Long-term clinical and radiographic outcomes after open reduction for missed Monteggia fracture dislocations in children. *J Bone Joint Surg Am* 91:1394–1304
16. Wang MN, Chang WN (2006) Chronic posttraumatic anterior dislocation of the radial head in children: thirteen cases treated by open reduction, ulna osteotomy, and annular ligament reconstruction through a Boyd incision. *J Orthop Trauma* 20:1–5
17. Wilkins KE (2002) Changes in the management of Monteggia fractures. *J Pediatr Orthop* 22:548–554
18. Kim HT, Park BG, Suh JT, Yoo CI (2002) Chronic radial head dislocation in children, part 2: Results of open treatment and factors affecting final outcome correction. *J Pediatr Orthop* 22:591–597
19. Slongo TF (2008) Korrekturosteotomie der fehlverheilten Monteggiafrakturen mit einem Fixateur externe. *Operat Orthop Traumatol* 20:435–449
20. Bhaskar A (2009) Missed Monteggia fracture in children: Is annular ligament reconstruction always required. *Indian J Orthop* 43:389–395
21. Lädemann A, Ceroni D, Lefevre Y et al (2007) Surgical treatment of missed Monteggia lesions in children. *J Child Orthop* 1:237–242
22. Exner GU (2001) Missed chronic anterior Monteggia lesion. Closed reduction by gradual lengthening and angulation of the ulna. *J Bone Joint Surg Br* 83:547–550
23. Hui JHP, Sulaiman AR, Lee HC et al (2005) Open reduction and annular ligament reconstruction with fascia of the forearm in chronic Monteggia lesions in children. *J Pediatr Orthop* 25:501–506
24. Gyr BM, Stevens PM, Smith JT (2004) Chronic Monteggia fractures in children: outcome after treatment with the Bell-Tawse procedure. *J Pediatr Orthop B* 13:402–406
25. Lloyed-Roberts GC, Bucknill TM (1977) Anterior dislocation of the radial head in children. *J Bone Joint Surg Br* 59:402–416
26. Engelhardt P (1981) Inverted luxation of the radial head: does it require treatment? *Orthopäde* 10:303–316
27. De Boeck H (1997) Radial neck osteolysis after annular ligament reconstruction: a case report. *Clin Orthop Relat Res* 342:94–98
28. Fowles JV, Sliman N, Kassab MT (1983) The Monteggia lesion in children. Fracture of the ulna and dislocation of the radial head. *J Bone Joint Surg Am* 65:1276–1282
29. Gicquel P, De Billy B, Karger C et al (2000) Treatment of neglected Monteggia's fracture by ulnar lengthening using the Ilizarov technique. *Rev Chir Orthop Reparat Appar Mot* 86:844–847
30. Villa A, Paley D, Catagni MA (1990) Lengthening of the forearm by the Ilizarov technique. *Clin Orthop Relat Res* 250:125–137