



# Die solitäre Knochenzyste (SKZ)

A. Kaelin<sup>a</sup>, M. Dutoit<sup>b</sup>, G. Jundt<sup>c</sup>, K. Siebenrock<sup>d</sup>, A. von Hochstetter<sup>e</sup>, F. Hefti<sup>f</sup>

<sup>a</sup> Prof. Dr. med., Médecin-chef, Service d'orthopédie pédiatrique, Hôpital des enfants, Genève, <sup>b</sup> Prof. Dr. med., Médecin-chef, Hôpital orthopédique de la Suisse romande, Lausanne, <sup>c</sup> Prof. Dr. med., Leitender Arzt, Institut für Pathologie der Universität, Basel, <sup>d</sup> Prof. Dr. med., Chefarzt, Klinik und Poliklinik für orthopädische Chirurgie, Inselspital, Bern, <sup>e</sup> Prof. Dr. med. Pathologie Institut Enge, Zürich, <sup>f</sup> Prof. Dr. med., Chefarzt, Kinderorthopädische Universitätsklinik, Universitätskinderhospital beider Basel, Basel

## Quintessenz

- Bei der solitären Knochenzyste (SKZ) handelt es sich um eine benigne lytische Knochenläsion mit flüssigem Inhalt. Sie ist bei Kindern die dritthäufigste tumoröse Knochenläsion nach dem nicht ossifizierenden Knochenfibrom und den Osteochondromen.
- Die Ätiologie der SKZ ist unbekannt.
- Der Verlauf ist besonders im Alter zwischen 5 und 15 Jahren progressiv. Die solitäre Höhle entwickelt sich zentral und zentrifugal in den proximalen Metaphysen des Humerus oder des Femurs.
- Das Hauptrisiko ist jenes der Fraktur bei inadäquatem Trauma resp. belastungsabhängige Schmerzen im Bereiche des Hüftgelenks. Die Heilung nach einer Fraktur verläuft ungestört.
- Das Risiko von rezidivierenden Frakturen besteht v.a. während der Jahre, in denen die Zyste sehr gross ist.
- Die Behandlung mit offener Curettage und Spongiosaplastik wurde verlassen. Die Resultate der perkutanen Behandlungsformen sind jedoch schlecht reproduzierbar.
- Die Verwendung von elastisch-stabilen Marknägeln («Prévo-Nägeln») ist die Behandlung der Wahl am proximalen Femur sowie bei wiederholten Frakturen am proximalen Humerus.

## Summary

### Solitary bone cyst (SBC)

- *Solitary bone cyst (SBC) is a benign osteolytic lesion with fluid content. Its frequency makes it the third most common tumorous bone lesion in children after non-ossifying fibroma and osteochondroma.*
- *The aetiology of SBC is unknown.*
- *Its evolution is particularly progressive between the ages of 5 and 15 years, the solitary cavity growing centrally and centrifugally in the proximal metaphysis of the humerus or femur.*
- *The biggest risk is fracture resulting from an insignificant trauma or load-related pain in the hip region. Healing of such fractures is normal.*
- *The risk of fracture is greatest in the years during which the cyst is very large.*
- *Treatment by curettage and bone graft has been abandoned, but the results of percutaneous therapeutic methods are only poorly reproducible.*
- *The use of flexible stabilising intramedullary nails ("Prévo nails") represents the treatment of choice for fractures of the proximal femur and recurrent fractures of the proximal humerus.*

## Einleitung

Die Behandlung von solitären Knochenzysten (SKZ) bei Kindern ist eine Herausforderung. Dem Orthopäden stehen verschiedene diagnostische und therapeutische Möglichkeiten zur Verfügung, dennoch kann er dem Patienten keine klare Prognose über die Heilungsdauer und die Wiederaufnahme sportlicher Aktivitäten geben. Bei dieser banalen Läsion, deren Langzeit-Prognose günstig ist, kann der Arzt nicht garantieren, dass kein Rezidiv und keine pathologische Fraktur auftreten. Die jüngsten Anstrengungen auf diesem Gebiet zielen darauf hin, bessere Aussagen zur Widerstandsfähigkeit bezüglich pathologischer Frakturen, Verlauf der Krankheit und Effizienz der Behandlung machen zu können. 1942 haben Jaffé und Lichtenstein die solitäre Knochenzyste als Krankheitsbild präzise mit ihren radiologischen, pathologisch-anatomischen und histologischen Aspekten beschrieben. Sie definierten aktive und latente Phasen. Sie schlugen als Behandlung die Curettage und Spongiosaplastik vor. Dies blieb die Standardbehandlung bis 1974, als Scaglietti seine erste Serie über die Behandlung der solitären Knochenzyste mittels lokaler Injektion von Methylprednisolon publizierte. Die Literatur berichtet mehrheitlich über solche Behandlungsmethoden und ihre Erfolgsquoten [1–5]. Eher selten wird über den Spontanverlauf und über funktionelle Therapien rapportiert [6–8].

## Definition

Die SKZ ist eine benigne lytische Knochenläsion mit flüssigem Inhalt. Am Beginn ihrer Entwicklung besteht eine zystische einkammerige Höhle. Ihr Ursprung ist unbekannt, sie ist mit keiner anderen Krankheit assoziiert. Prädilektionsstellen sind die proximalen Metaphysen des Humerus und des Femurs beim Kind.

## Epidemiologie

Im Wachstumsalter ist die SKZ die dritthäufigste tumorartige Knochenläsion nach den nicht ossifizierenden Knochenfibromen und den Osteo-

chondromen. Ungefähr 3% der Biopsien bei primären Knochentumoren werden wegen dieser Läsion durchgeführt.

Die SKZ ist die häufigste lytische Knochenläsion beim Kind und die häufigste Ursache für pathologische Frakturen der langen Röhrenknochen überhaupt. Eine Studie in der Genfer Bevölkerung zeigte eine Häufigkeit von 1/10 000 Kinder/Jahr.

Auf 2–3 Knaben ist 1 Mädchen betroffen. Das mittlere Alter bei Diagnosestellung beträgt ca. 10 Jahre. Die Altersverteilung der Frakturen entspricht jedoch nicht einer Gauss'schen Kurve, da sie *zwei* Häufigkeitsgipfel aufweist, nämlich bei 5 und bei 12 Jahren. Diese Verteilung findet man auch bei den nicht pathologischen Kinderfrakturen. 80% der SKZ werden zwischen dem 5. und dem 15. Altersjahr beobachtet, 10% früher, und 7% bei Erwachsenen.

95% der Läsionen sind in den proximalen Metaphysen des Femurs und des Humerus lokalisiert, davon 2/3 im Humerus. Andere Lokalisationen kommen nur sporadisch vor (proximale und distale Tibia, Fibula, Vorderarm, platte Knochen).

## Klinik

Selten werden solitäre Knochenzysten als Zufallsbefunde auf Routine-Röntgenbildern entdeckt. Sie sind zur Beobachtung des Spontanverlaufs während der klinisch stummen Phase nützlich.

In 95% der Fälle werden Zysten im proximalen Humerus (in der Meta- oder proximalen Diaphyse) anlässlich einer Fraktur entdeckt. Solche Frakturen ereignen sich nach trivialen Krafteinwirkungen. Sie sind in der Regel impaktiert und wenig schmerzhaft. Die Schmerzhaftigkeit und die funktionelle Störung sind proportional zur Energie beim Trauma. Diese metaphysären Brüche sind stabil und wenig disloziert. Man palpiert keine Vorwölbung und keine Krepitation. In der Folge bildet sich ein Kallus mit einem Ödem [4, 7]. Bei diaphysären Frakturen am Humerus kommen Läsionen des N. radialis vor. Diese haben in der Regel eine gute Prognose.

Nach wiederholten Frakturen steigt das Risiko der Bildung von überschüssigem Kallus, einer sekundären Verkürzung oder einer Achsenfehlstellung. Funktionelle Einschränkungen sind jedoch extrem selten. Nach Abheilung bleibt allenfalls eine kosmetische Beeinträchtigung zurück.

Im Bereich des proximalen Femurs wird die Hälfte der SKZ wegen einer Fraktur diagnostiziert. Bei kleinerem Trauma ist die SKZ axial eingestaucht und es besteht keine nennenswerte Rotationsfehlstellung. Nach massivem Trauma jedoch resultiert eine dislozierte Fraktur, welche klinisch durch Verkürzung und Aussenrotation imponiert. Die morphologischen und funktio-

nellen Spätfolgen sind von der Behandlung und ihren Komplikationen abhängig. Wurde die SKZ nicht anlässlich einer Fraktur diagnostiziert, so sind es Schmerzen und Hinken, welche das Augenmerk auf die Hüftregion lenken. Auf dem Röntgenbild kann man Mikrofrakturen meist nicht erkennen, hingegen sieht man oft angedeutete Septen oder eine lokalisierte Periostreaktion als Zeichen einer Fissur oder Mikrofraktur in der Zystenwand.

Die SKZ ist in allen Lokalisationen während der Expansionsphase asymptomatisch. Die Schmerzen treten wegen mechanischer Überlastung auf.

## Radiologische Befunde

Bei der initialen Läsion in der Metaphyse handelt es sich um eine einkammerige, ovale und regelmässige Höhle. Sie expandiert symmetrisch zentrifugal, häufig in Richtung der Diaphyse, in der Form an einen Eierbecher erinnernd. Die Läsion induziert eine Lyse des spongiosen wie auch des kortikalen Knochens. Letzterer zeigt häufig ein unregelmässiges, lobuliertes Erscheinungsbild. Die Zyste bleibt innerhalb der Knochengrenzen umschrieben und spart den subperiostalen und epiphysären Knochen aus. Bei ca. 1% der Fälle wird eine epiphysäre Ausdehnung beobachtet, wobei es ist meist schwierig zu sagen ist, ob der Einbezug der Epiphyse primär ist oder sekundär nach Fraktur oder operativer Behandlung. Es gibt keine spontane Periostreaktion.

Eine Fraktur ist der häufigste Grund der Diagnosestellung bei der SKZ. Sie kann sich bei inadäquatem Trauma ereignen. Der Frakturverlauf kann quer, schräg oder spiralförmig sein und sich in oder distal der Zyste befinden. Die Frakturlinie kann gerade oder leicht gezahnt sein. Die Zyste ist impaktiert mit einer Verkürzung, deren Ausmass sich proportional zur einwirkenden Energie verhält. Achsenabweichungen sind v.a. am Schenkelhals häufig mit Verkleinerung des Schenkelhals-Diaphysen-Winkels. Mikrotraumata im Bereiche des Femurs können eine Fissurierung der Zystenwand mit Periostreaktion zur Folge haben.

Eines der kardinalen Röntgenzeichen ist das Vorhandensein eines Wandfragments im unteren Teil der Zyste («fallen fragment»). Ein solches durch eine Fraktur entstandenes Fragment schwimmt im flüssigen Inhalt der einkammerigen Höhle. Nach erfolgtem Trauma ist die periostale Reparatur schnell und von guter Qualität. Ein dicker Kallus stabilisiert die Fraktur in der Peripherie. Im Inneren der Höhle bilden sich als Folge von Einblutungen Septen mit Osteo-Neogenese.

Befindet sich die Zyste im Stadium der Expansion, so bildet sich in wenigen Monaten eine Osteolyse, und die Zyste dehnt sich innerhalb der

neuen Limiten des sich an der Peripherie der Zyste befindlichen Periosts aus. Dieses Phänomen erklärt, warum das bombierte Aussehen der Zyste immer Folge wiederholter (Mikro-)Frakturen ist.

Ist die Zyste in der regressiven oder in der Spontanheilungsphase, so provoziert die Kallusbildung das Ausfüllen der SKZ. Die biologische Antwort auf eine Fraktur hängt somit vom Stadium der Zyste ab.

Mittelfristig geht die Heilung von der Kortikalis aus, so dass die Wand durch das Auffüllen der Höhle mittels Osteoneogenese ebenmässig wird. Langfristig bleibt eine ossäre «Narbe» bestehen, in welcher sich Mikrozysten innerhalb einer hyperdensen Zone befinden.

### Weitere Bildgebung

Die moderne Bildgebung offeriert Möglichkeiten, welche die konventionelle Radiologie ergänzen. Die Technetium-Szintigraphie ist nur positiv, wenn die Zyste einer mechanischen Beeinträchtigung ausgesetzt war und eine Periostreaktion erfolgt ist. Diese Untersuchungsmethode ist unspezifisch und trägt nur wenig ergänzende Informationen zum Nativröntgenbild bei.

Die *Computertomographie* und das *MRI* bieten wesentlich interessantere Zusatzinformationen zu folgenden Punkten:

- die densitometrische Analyse indentifiziert die flüssige oder solide Natur des Zysteninhalts
- der Effekt der Sedimentation ist nur in aneurysmatischen Knochenzysten vorhanden, nicht hingegen bei der SKZ
- die Dicke der Zystenwand kann gemessen werden
- die Abwesenheit einer extraossären Reaktion
- das Vorhandensein einer Zystenmembran
- die genaue Ausdehnung der Zyste.

MRI oder CT dienen der Bestätigung der Diagnose in jenen Fällen, in denen aufgrund der konventionellen Röntgenbilder Zweifel bestehen.

Die Untersuchung des Zysteninhalts mittels Elektrophorese vom Typ 2D-Page erlaubt das Auffinden von Mikro-Fragmenten, welche spezifisch auf Alpha-1-Antitrypsin reagieren. Diese Fragmente signalisieren das primäre (und nicht reaktive) Vorhandensein einer aktiven Protease in der Zystenflüssigkeit. Die Zusammensetzung der Flüssigkeit in der SKZ ist spezifisch für diese Läsion. Sie ist das Resultat einer aktiven, lokalisierten Osteolyse.

### Differentialdiagnose

Die Differentialdiagnose ist diejenige der metaphysären osteolytischen Läsionen. Die grösste Ähnlichkeit mit der SKZ weist die aneurysma-

tische Knochenzyste auf. Diese ist oft exzentrisch, bombiert und dehnt sich in die Weichteile aus. Letzteres findet bei einer SKZ spontan nie statt. Typisch für die Flüssigkeit in der aneurysmatischen Knochenzyste ist das Vorhandensein eines Sedimentationsspiegels im MRI und auf dem CT.

Andere lytische Läsionen haben einen soliden Inhalt (wie die fibröse Dysplasie, das nicht-ossifizierende Knochenfibrom, der Kortikalisdefekt, das Chondromyxoidfibrom), oder sie haben eine epiphysäre Lokalisation resp. Ausdehnung (wie das Chondroblastom oder der Riesenzelltumor). Eine asymmetrische intraossäre Lokalisation charakterisiert das nicht-ossifizierende Knochenfibrom oder den Kortikalisdefekt. Einen sklerotischen Saum findet man beim Brodie-Abszess, beim Osteoid-Osteom oder bei der chronischen Osteomyelitis.

Das Bild der SKZ ist klassisch und einfach zu identifizieren. Schwierigkeiten treten auf bei der zufälligen Entdeckung zu Beginn der Entwicklung oder bei multifrakturen Zysten mit Pseudo-Bombierung und dystrophischen Zeichen.

In der Literatur findet sich ein einziger Fall eines malignen Tumors, welcher spontan mit einer SKZ assoziiert war. Auch die spontane epiphysäre Ausdehnung (ohne Fraktur oder Operation) ist eine extreme Seltenheit.

Ist das Röntgenbild nicht typisch, so wird man zuerst ein CT und/oder MRI anfertigen. Bestehen weiterhin Zweifel, so ist eine Biopsie indiziert.

### Verlauf und Behandlung

Frakturen ereignen sich, sobald die Zystenwand nicht mehr die nötige mechanische Festigkeit aufweist. Je nach Alter des Patienten und Entwicklungsstadium der SKZ bildet sich neuer Knochen und die Wand verdickt sich (entweder spontan oder infolge einer Fraktur). Am Ende des Wachstums sind die meisten Zysten ossifiziert.


### Klassische, offene Operation

Bis 1980 bestand die Behandlung in chirurgischer Kürettage und Auffüllen mit Spongiosa. Für die meisten Autoren [1, 2, 4] war die Entdeckung einer Zyste in Folge einer Fraktur mit Schmerzen oder auch als Zufallsbefund genügend Grund für ein operatives Vorgehen. Morton [8] liess jedoch nach der Entdeckung einer SKZ, v.a. nach Trauma, der spontanen Entwicklung eine Chance.

Nach einer derartigen chirurgischen Behandlung besteht ein Rezidivrisiko zwischen 30% und 80%.

## Behandlung der Frakturen

Im Bereich des Humerus ist die Frakturbehandlung nie primär chirurgisch. Osteosynthesen können indiziert sein bei sehr grossen Zysten, welche eine Radialisläsion schon bei der ersten Fraktur verursachten. Die zentromedulläre Stabilisation mit elastischen Marknägeln («Prévot-Nägeln») ist die einfachste Technik, um vor wiederholten Frakturen mit der Gefahr einer Nervenläsion zu schützen.

Bei Frakturen als Folge einer SKZ am proximalen Femur müssen wir die gleichen Behandlungsprinzipien verfolgen wie bei den nicht pathologischen Frakturen. Die Heilung erfolgt nach dem gleichen Muster. Für die Patienten im Alter zwischen 5 und 15 Jahren ist die Verwendung von Prévot-Nägeln eine einfache Technik, welche eine Stabilisation am Ort des Bruches, eine baldige Wiederaufnahme der Belastung und einen Schutz gegen wiederholte Frakturen bietet, auch wenn die SKZ nicht so rasch durchbaut (Abb. 1 ) . Bei Zysten, deren Grösse und Index auf einen langen Verlauf hinweisen, ist auch die prophylaktische Anwendung der Prévot-Nägel am proximalen Femur indiziert.



**Abbildung 1**  
Typisches Bild einer solitären Knochenzyste am proximalen Humerus mit Fraktur und Knochenfragment in der Zystenhöhle.

## Behandlung mittels Injektion von Kortikosteroiden

1974 hat Scaglietti begonnen, SKZ mittels Injektionen von Methylprednisolonazetat zu behandeln. Dieser Autor hat die Ähnlichkeit zwischen der Zystenflüssigkeit und dem intraartikulären Erguss bei gewissen mit Steroiden behandelbaren entzündlichen Erkrankungen entdeckt. Scaglietti [5] wählte Depomedrol® (Methylprednisolonazetat (AMP) wegen seiner mikrokristallinen Zusammensetzung, welche die lokale pharmakologische Wirkung verlängert.

Oppenheim [9] hat zwei Patientenkollektive verglichen. 53 Patienten wurden chirurgisch behandelt, 14 mittels Steroid-Injektionen. Bei den chirurgisch Behandelten wurden 54% als gutes Resultat eingestuft, während 38% Zeichen eines Rezidivs aufwiesen. Letztere waren häufiger bei jüngeren Patienten mit aktiven Zysten. Gemäss der Angaben von Jaffé und Lichtenstein beträgt das Rezidivrisiko für Patienten unter 10 Jahren 88%. Die Rezidivquote nach wiederholten Behandlungen bleibt bestehen. Injizierte Zysten zeigten eine günstige Reaktion auf die erste Injektion in 40% der Fälle, ohne dass prognostische Faktoren eruierbar waren. 6 Patienten brauchten eine zweite und ein Patient eine dritte Injektion. Dieser Artikel gibt keine Hinweise auf das Auftreten von pathologischen Frakturen und auf das Aktivitätsniveau der Patienten. Oppenheim [9] folgert, dass – obwohl der Wirkungsmechanismus des Methylprednisolonazetats unbekannt ist – die Resultate mit geringer Morbidität, einer Verminderung der Rezidivrate bei geringen Kosten die Anwendung dieses Mittels rechtfertigen.


Mehrere Gruppen in Belgien, Frankreich, Israel, in der Schweiz und in den USA behandeln SKZ mittels Injektion von aus dem Becken entnommenem Knochenmark [10]. Präliminäre Berichte zeigen eine ähnlich hohe Erfolgsquote mit dieser Technik wie mit den Steroidinjektionen. Gewisse Arbeiten weisen auf osteogene Vorläuferzellen im Knochenmark als möglichen Wirkungsmechanismus hin.

## Zysten-Index (ZI): Frakturrisiko und Spontanverlauf

Seit 1983 haben wir verschiedene Methoden evaluiert, um das Risiko der pathologischen Fraktur und den Spontanverlauf zu beurteilen [6].

Der Zysten-Index (ZI) erlaubt eine solche Beurteilung. Er ist unabhängig von Röntgen-Technik und Vergrößerungsfaktor und berücksichtigt das Knochenwachstum. Der Zysten-Index (ZI) ist die Verhältniszahl zwischen der projizierten Oberfläche und dem Quadrat des diaphysären Knochendurchmessers.

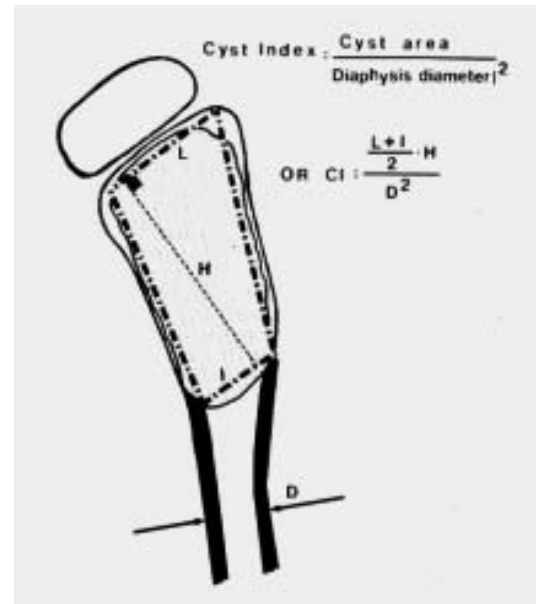
$$\text{Zysten-Index (ZI)} = \frac{\text{projizierte Oberfläche}}{(\text{Durchmesser der Diaphyse})^2}$$

Der Zysten-Index berücksichtigt die Ausdehnung der Zyste im Vergleich zur Grösse der Knochens, von dem sie abhängt (Abb. 2 ). Dicke und Widerstandsfähigkeit der Corticalis stehen im Verhältnis zur Ausdehnung der SKZ und spiegeln somit die mechanische Widerstandskraft gegenüber Traumata wider. Da SKZ zentral gelegen sind, bedeutet dies, dass die Messungen auf a.p. und seitlichen Aufnahmen sehr ähnlich sind.

Die niedrigsten bei pathologischen Frakturen gemessenen Indices betragen am Humerus 3,9 und am Femur 3,6. Durch die Bestimmung des ZI sind wir somit in der Lage, das Frakturrisiko abzuschätzen. Man kann davon ausgehen, dass eine Zyste mechanisch geheilt ist bei einem ZI von unter 3 und bei einer Kortikalisdicke von 2 mm. Unter diesen Bedingungen haben wir keine einzige pathologische Fraktur beobachtet. Der Spontanverlauf der SKZ präsentiert sich wie folgt: Die Periode der Expansion dauert im Mittel 42 Monate, dann folgen ein stabiles Plateau von 1 Jahr und anschliessend die Heilungsphase von 8 Monaten. Der Zeitabschnitt, während welchem ein ZI von mehr als 4 mit einem erhöhten Frakturrisiko einhergeht, beträgt im Mittel 26 Monate. Da die Frakturen das einzige Komplikationsrisiko der SKZ darstellen, sollten Behandlungen nur während dieser Risikoperiode stattfinden. Die Berechnung des ZI ist somit eine zuverlässige Hilfe zur Beurteilung des Frakturrisikos, des Entwicklungsstadiums und des Behandlungserfolges.

**Evaluation und aktuelles Behandlungsschema der solitären Knochenzyste (SKZ)**

Die SKZ ist eine benigne Läsion mit guter Prognose bis auf das Risiko von Spontanfrakturen. Die Heilung dieser Frakturen erfolgt mit gleicher Geschwindigkeit und in gleicher Qualität wie die nicht pathologischen Frakturen. Bei der Behandlung muss die Extremität ruhig gestellt werden, damit eine Konsolidation unter Berücksichtigung von Achsen und Längen erfolgen kann.



**Abbildung 2**  
Berechnungsmodus des Zysten-Index.



*Humerusfrakturen* werden mittels eines Gilchrist-Verbandes behandelt. Eine Konsolidation ist nach 4 bis 6 Wochen zu erwarten.

Am *Schenkelhals* ist in der Regel die Osteosynthese mit intramedullären Nägeln («Prévo-Nägeln») indiziert [7]. Diese Implantate sollen die SKZ unter Erhaltung der anatomischen Achse des Schenkelhalses stabilisieren, damit die körperliche Aktivität möglichst bald wieder aufgenommen werden kann.

Die Heilung der SKZ erfolgt in der Folge eine Fraktur spontan bei ca. 30% [6]. Es ist somit nicht notwendig, gleichzeitig eine Zystenauffüllung durchzuführen. Der Frakturkallus bietet während mehreren Monaten einen mechanischen Schutz, auch wenn anschliessend das Rezidivrisiko fortbesteht.

Die Behandlung der SKZ selbst ist bei einem erhöhten Frakturrisiko, d.h. bei einem ZI von >4 am Humerus und von >3,5 am Femur indiziert. Falls ein radiologischer Verlauf zur Verfügung steht, kann man das Entwicklungsstadium bestimmen. Fehlen solche Bilder, so ist es meist sinnvoll, einen gewissen Verlauf abzuwarten.

- Die Behandlung muss 2 Ziele erreichen:  
A Schutz vor pathologischen Frakturen.  
B Heilung der SKZ.

Unser aktuelles Behandlungsschema ist in der Tabelle 1  zusammengefasst. Unter «Injektion» ist bei uns die Injektion von autologem Knochenmark gemeint. Diese Technik verwenden wir seit 5 Jahren (Abb. 3 und 4 ). Die Effizienz dieser Methode ist ähnlich oder gar besser als diejenige des Methylprednisolonazetats. Die Kürettage/Spongiosaplastik hat im therapeutischen Arsenal keinen Platz mehr, da die Resultate dieser invasiven Technik nicht genügend konsistent sind.

**Tabelle 1. Unser aktuelles Behandlungsschema in Abhängigkeit des Zysten-Index (ZI):**

prox. Humerus	Zyste in Progression	Zyste in Regression
ZI >4	Reduktion der Aktivität Injektion der Zyste	Reduktion der Aktivität evtl. Injektion der Zyste
ZI <4	Röntgenkontrollen evtl. Injektion der Zyste	Keine Behandlung
prox. Femur	Zyste in Progression	Zyste in Regression
ZI >3,5	Stabilis. m. Prévo-Nägeln Injektion der Zyste	Reduktion der Aktivität Injektion der Zyste
ZI <3,5	Stabilis. m. Prévo-Nägeln Injektion der Zyste	Keine Behandlung



**Abbildung 3**  
Bildverstärkerbild bei Zystographie vor der Injektion von Knochenmarkzellen.

### Schlussfolgerungen

Die solitary Knochenzyste (SKZ) ist eine benigne Läsion, welche primär in den proximalen Metaphysen des Humerus oder des Femurs lokalisiert ist. Die spontane Entwicklung besteht aus einer Expansions- und einer Regressionsphase. Pathologische Frakturen ereignen sich v.a. wenn die Kortikalis wegen der Grösse der SKZ ausgedünnt ist. Das Entwicklungsstadium und das damit verbundene Frakturrisiko können mit Hilfe des Zysten-Indexes beurteilt werden [7]. Weder die Kürettage/Spongiosaplastik noch die Injektion von Steroiden vermag die Ausheilung der SKZ zu sichern. Die Heilungsquote hängt vom Stadium der Zyste ab. Eine Zyste in der aktiven Phase hat eine geringere Heilungschance als eine solche im regredienten Stadium. Die Dauer der einzelnen Phasen ist somit ein wesentlicher Faktor für die Heilungsaussichten.

Präliminäre Berichte zeigen die Effizienz der Injektion von autologem Knochenmark, welche die Ossifikation unabhängig vom Verlaufsstadium befördert. Auch durch Injektion von allogenen demineralisiertem Knochenmark können ähnliche Resultate erzeugt werden. (Grafton®).

### Literatur

- 1 Baker DM. Benign unilateral bone cyst: a study of forty-five cases with long-term follow up. *Clin Orthop.* 1970;71: 140–51.
- 2 Campanacci M, Capanna R, Picci P. Unicameral and aneurysmal bone cysts. *Clin Orthop* 1986;204:25–36.
- 3 Garceau GJ, Gregory CF. Solitary unicameral bone cyst. *J Bone Joint Surg.* 1954;36-A:267–80.
- 4 Jaffé HL, Lichtenstein L. Solitary unicameral bone cyst: with emphasis on the roentgen picture, the pathologic appearance and the pathogenesis. *Arch Surg.* 1942;44:1004–25.
- 5 Scaglietti O, Marchetti PG., Bartolozzi P. Final results obtained in the treatment of bone cysts with methylprednisolone acetate (Depo-Medrol) and a discussion of results achieved in other bone lesions. *Clin Orthop.* 1982;165:33–42.



**Abbildung 4**  
Röntgenbild einer ausgeheilten Zyste nach Applikation von Knochenmarkzellen.

Die Behandlung der SKZ sollte in äusserer oder innerer Fixation der Frakturen und in effizienter Injektion bei Zysten, welche frakturgefährdet sind, bestehen. Es ist zu hoffen, dass wir in Zukunft bessere Heilungsprognosen und klarere Angaben zur Dauer der Einschränkung der körperlichen Aktivitäten geben können.

Korrespondenz:  
Prof. Dr. André Kaelin,  
médecin-chef  
Service d'orthopédie pédiatrique  
Hôpital des enfants  
Rue Willy Donzé 6  
CH-1205 Genève  
[andre.kaelin@hcuge.ch](mailto:andre.kaelin@hcuge.ch)

- 6 Kaelin AJ, MacEwen GD. Unicameral bone cysts: natural history and the risk of fracture. *Int Orthop.* (SICOT) 1989;3: 275–82.
- 7 Kaelin A. Kyste essentiel des Os. *Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT, Conférences d'enseignement 1995 Paris Expansion Scientifique*, 167–79.
- 8 Morton KS. Unicameral bone cyst. *Canadian J Surg.* 1982; 25:330–3.
- 9 Oppenheim WL, Galleno H. Operative treatment versus steroid injection in the management of unicameral bone cysts. *J Ped Orthop.* 1984;4:1–7.
- 10 Lokiec F, Ezra E, Khermosh O, Wientroub S. Simple bone cysts treated by percutaneous autologous marrow grafting. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78-B:934–7.