Erkenntnisse mit der SCS Bildgebung aus dem Praxisalltag

Die Wertigkeit des SCS DVT in der orthopädischen Diagnostik

Prof. Dr. med. Heinz Lohrer

Seit 2012 steht die Cone Beam CT (CBCT) oder Digitale Volumentomographie (DVT) auch für den Einsatz in der orthopädischen und unfallchirurgischen Diagnostik zur Verfügung. Technologisch unterscheidet sie sich erheblich von der konventionellen CT Analyse. Mit einer Schichtdicke von 0,2 mm (CT typischerweise 1,0 mm) ist sie dabei unter den Aspekten der Strahlenhygiene maximiert [1-4]. Wir verfügen heute über Protokolle, die im Vergleich zu konventionellen Röntgenanalysen in 2 Ebenen (Röntgenübersichtsaufnahmen) keine höhere Strahlenbelastung für den Patienten bedingen [5].

Aufgrund der überlagerungsfreien Darstellung ist die diagnostische Wertigkeit der SCS Bildgebung erheblich größer, als bei konventionellen Röntgenaufnahmen.

Das SCS MedSeries® H22 (nachfolgend CBCT oder DVT genannt) ist für die Extremitätendiagnostik spezialisiert und wird seit ca. 4 Jahren in der Praxis Prof. Lohrer eingesetzt. Bei der Aufnahme drehen sich die Röntgenquelle und der hochauflösende Detektor in nur einem Umlauf von 210° in etwa 20 Sekunden um das zu untersuchende Volumen. Dabei werden mehrere Hundert Projektionen erzeugt, welche innerhalb einer computergestützten Rekonstruktion in multiplanare Schnittbilder und in eine 3-D-Darstellung transformiert werden.

Einsatz des DVT bei der konservativen, prä- und postoperativen Patientenversorgung

Aufgrund der überlagerungsfreien Darstellung ist die diagnostische Wertigkeit der SCS Bildgebung erheblich größer als bei konventionellen Röntgenaufnahmen. **Damit ergibt sich abhängig von der Indikation und konform dem Strahlenschutzgesetz die Notwendigkeit zum Einsatz des DVT auch als Primärdiagnostik.**

Bei Verletzungen oder dysplastischen Veränderungen, Fehlstellungen und zur Operationsplanung ist vor allem die 3-D-Darstellung sinnvoll bzw. notwendig. Ein zusätzlicher Vorteil ist dadurch gegeben, dass das zu evaluierende Gelenk funktionell (zum Beispiel mit dem Körpergewicht) belastet werden kann. Darüber hinaus eignet sich das DVT optimal für den Einsatz in der postoperativen Nachsorge, wenn Fragestellungen im Zusammenhang mit der Heilung knöcherner Strukturen evaluiert werden müssen **(siehe Fallbeispiel, Seite 50-51)**.

*Die Stabilität von Osteosynthesen kann häufig mittels **2-D-Röntgen nicht** ausreichend beurteilt werden.*

Die Stabilität von Osteosynthesen kann häufig mittels 2-D-Röntgen nicht ausreichend beurteilt werden, während das DVT eine Möglichkeit zur sicheren Evaluation der postoperativen knöchernen Durchbauung bietet **(siehe Fallbeispiel, Seite 56-57)**.

Am Kniegelenk ist das DVT gegenüber der 2-D-Radiographie vor allem zur dreidimensionalen Beurteilung des patellofemuralen Gelenkanteiles überlegen. Die Untersuchung kann unter Belastung mit dem Körpergewicht erfolgen und je nach Fragestellung sowohl in vollständiger Streckung des Kniegelenkes, als auch in verschiedenen Beugewinkeln (zum Beispiel 30°) erfolgen. Dabei ist eine bessere und standardisierte Beurteilung des femuropatellaren Alignment möglich.

Fallbeispiele zum Einsatz des DVT in der täglichen Praxis

Im Folgenden werden zwei Fallbeispiele aus der täglichen Praxis dargestellt, die beispielhaft die Wertigkeit der SCS Bildgebung in der prä- und postoperativen Patientenversorgung darstellen.

Schlussfolgerung

Die dargestellten Einzelfälle belegen, dass bei der Diagnostik muskuloskeletaler Pathologien die DVT mit dem SCS MedSeries® H22 aufgrund ihrer überlegenen Auflösung zunehmend die Übersichtsradiographie verdrängt und eine sinnvolle Ergänzung zur MRT Analyse darstellt. Sie kann aber auch als alleiniges bildgebendes Verfahren wertvolle Hinweise liefern zur konservativen Behandlung, Operationsplanung und zur postoperativen Verlaufskontrolle.

Osteochondrale Läsion distale Tibia

Ausgangssituation

Die 55-jährige Patientin berichtet, dass Ihr linker Fuß seit ca. drei Monaten ***„am Knöchel außen hinten“*** immer wieder blockiere und sie zum Teil starke Schmerzen habe. Abrollen sei zeitweise nicht möglich und sie müsse die Spaziergänge mit ihrem Hund teilweise abbrechen.

Bei der klinischen Untersuchung zeigt die Patientin ein unauffälliges Gangbild. Abgesehen von einer dezenten Spreizfußbildung sind Sprunggelenk und Fuß inspektorisch seitengleich unauffällig (keine Schwellung). Dezenter Spreizfuß beidseits. Palpatorisch Druckschmerz über der lateralen Talusschulter links. Schmerzangabe bei endgradiger, passiver Dorsalextension (anteriores Impingementphänomen) links, jedoch keine Bewegungseinschränkung. Keine Instabilität.

Die Röntgenaufnahmen des linken oberen Sprunggelenkes in 2 Ebenen waren altersentsprechend unauffällig. Als Nebenbefund Os tibiale externum **(siehe Seite 52)**.

Sonographisch fand sich ein ergussfreies oberes Sprunggelenk (OSG). Etwas Flüssigkeitsansammlung retromalleolär um die Peronealsehnen. Peronealsehnen jedoch mit guter, unauffälliger Echogenität. Syndesmose und laterale Kapselbandstrukturen waren seitengleich unauffällig darstellbar. Keine Neovaskularisationen in der Power Doppler Analyse.

Im MRT fand sich zu diesem Zeitpunkt eine ***„chondroossäre Läsion der linken Tibiaepiphyse anterolateral“*** mit ***„gruppierten Knochenzysten“*** und ***„ausgedehntem perifokalem Knochenmarkraumödem“*** **(siehe Seite 53)**.

Wir haben sodann zur exakten knöchernen Evaluation der 3-D-Pathoanatomie der distalen Tibia und des OSG eine SCS Bildgebung des linken oberen Sprunggelenkes unter Belastung (Stand) in 0,2 mm Schichten und dreidimensionaler Rekonstruktion durchgeführt **(siehe Seite 54).**

Rechtfertigende Indikation

Osteochondrale Läsion der distalen Tibia mit cystoider Umbildung im MRT (bei unauffälligem Röntgenbefund) nachgewiesen.

Fragestellung

Ausmaß und genaue Lokalisation der Zysten zur OP Planung? Gelenkspalthöhe unter Belastung?

Befund

Es zeigen sich mehrkammrig cystoide Veränderungen unmittelbar subchondral und etwa 1 cm dorsal der vorderen distalen Tibiakante etwas lateral von der Gelenkmitte aus gelegen. Gesamtgröße des Herdes etwa 15 x 10 mm. Minimale Reduktion der Gelenkspalthöhe unter dem osteochondralen Herd. Sprunggelenk und Fuß, soweit abgebildet, sonst unauffällig.

Therapie

Bei progredienter Schmerzhaftigkeit und zunehmender, belastungsabhängig auftretender Schwellneigung erfolgte etwa 2 Monate später die operative Intervention mit diagnostischer Arthroskopie und geringe knöcherne Randresektion an der anterolateralen Tibiakante **(siehe Abbildung)** sowie minimalinvasive subchondrale extraartikuläre Aufbohrung des osteochondralen Herdes und Implantation eines vom Innenknöchel transplantierten Spongiosazylinders **(siehe Abbildung)**.

Intraoperatives, arthroskopisches Bild.
Es erfolgt eine minimale knöcherne Randresektion
an der anterolateralen Tibiakante mit dem Shaver.

Intraoperatives, arthroskopisches Bild nach
Implantation eines vom Innenknöchel
transplantierten Spongiosazylinders.

Postoperativ

Für 4 Wochen Ruhigstellung im Scotchcastverband, wobei täglich mehrere Stunden eine CPM Schiene bis zur 6. Woche postoperativ zum Einsatz kam. Die Belastung der operierten Extremität wurde von der 4. bis zur 9. Woche graduell aufgebaut. Nach der 12. Woche erweiterte ambulante Physiotherapie.

Die abschließende Kontrolle des linken oberen Sprunggelenkes und der Fußwurzel im Stehen mit dem DVT in 0,2 mm Schichten und dreidimensionaler Rekonstruktion wurde 5 Monate postoperativ durchgeführt.

Rechtfertigende Indikation

Ausräumung und Auffüllung einer osteochondralen Läsion mit subchondraler Zystenbildung der anterioren distalen Tibiakante mit einem Spongiosa Zylinder aus dem Innenknöchel vor 5 Monaten.

Fragestellung

Knöcherne Oberflächenverhältnisse? Einheilung des transponierten Knochenzylinders?

Befund

Es zeigt sich eine einwandfreie knöcherne Oberfläche im Bereich der Transposition des Knochenzylinders anterolateral subchondral. Die knöchernen Strukturen sind voll durchbaut. Die zuvor bestehenden subchondralen Zystenbildungen auch talarseitig sind rückläufig. Ventral noch kleine Knochenlücke, statisch nicht relevant. Sonst unauffälliger Befund **(siehe Seite 55)**.

Bei unauffälligem Gangbild, seitengleich freier Beweglichkeit der Sprunggelenke ohne umschriebene Druckschmerzhaftigkeit, ohne Bewegungsschmerz ohne Schwellung im OP-Bereich und bei reizlos verheilten OP-Narben wurde zu diesem Zeitpunkt die Behandlung abgeschlossen. Es bestand lediglich noch eine Hypästhesie über dem Fußrücken bis zur großen Zehe hin.

2-D

Röntgen in 2 Ebenen präoperativ •
Sagittale & koronare Ebene

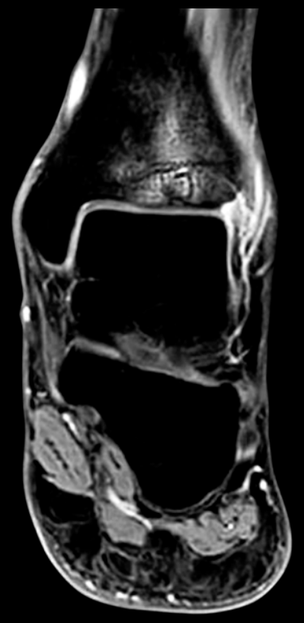
Seitliche Röntgenübersichtsaufnahme des linken Fußes und des oberen Sprunggelenkes. Eine Pathologie am oberen Sprunggelenk ist nicht erkennbar.

Anterior-posteriore Röntgenübersichtsaufnahme des linken oberen Sprunggelenkes. Eine Pathologie ist nicht erkennbar.

MRT präoperativ •
Sagittaler & koronarer Schnitt

MRT

MRT Analyse zeigt chondroossäre Läsionen der linken Tibiaepiphyse anterolateral mit gruppierten Knochenzysten und ausgedehntem perifokalem Knochenmarkraumödem.



Osteochondrale Läsion distale Tibia

DVT präoperativ • Sagittaler & koronarer Schnitt

Mehrkammrig cystoide Veränderungen unmittelbar subchondral und etwa 1 cm dorsal der vorderen distalen Tibiakante etwas lateral von der Gelenkmitte aus gelegen. Gesamtgröße des Herdes etwa 15 x 10 mm.

Minimale Reduktion der Gelenkspalthöhe unter dem osteochondralen Herd. Sprunggelenk und Fuß, soweit abgebildet, sonst unauffällig.

Osteochondrale Läsion distale Tibia · präoperativ

DVT • multiplanare Ansicht

Die präoperative DVT zeigt mehrkammrig cystoide Veränderungen unmittelbar subchondral und etwa 1 cm dorsal der vorderen distalen Tibiakante etwas lateral von der Gelenkmitte aus gelegen. Gesamtgröße des Herdes etwa 15 x 10 mm. Minimale Reduktion der Gelenkspalthöhe unter dem osteochondralen Herd. Sprunggelenk und Fuß, soweit abgebildet, sonst unauffällig.

Osteochondrale Läsion distale Tibia · postoperativ

DVT • multiplanare Ansicht

Abschließende DVT 5 Monate postoperativ. Einwandfreie knöcherne Oberfläche im Bereich der Transposition des Knochenzylinders anterolateral subchondral. Die knöchernen Strukturen sind voll durchbaut. Die zuvor bestehenden subchondralen Zystenbildungen auch talarseitig sind rückläufig. Ventral noch kleine Knochenlücke, statisch nicht relevant.

Femoropatellare Dysplasie

Ausgangssituation

19-jährige Patientin. Erstmalige Patellaluxation rechts im Alter von 10 Jahren. Von da an war eine tennissportliche Belastung nicht mehr möglich. In der weiteren Folge mehrfach operative Interventionen, zuletzt im Alter von 17 Jahren mit Transposition/Medialisierung der Tuberositas tibiae und Trochleaplastik. Danach war die Patientin rechts beschwerdefrei geworden. Links wurde im Alter von 15 Jahren nach einer Patellaluxation eine endoskopische MPFL Raffung/Naht durchgeführt. In der weiteren Folge kam es alle 2 Monate einmal zu einer Subluxation oder Luxation der linken Patella. Dadurch unverändert Einschränkung der Belastbarkeit im Sport und Alltag.

Bei der klinischen Untersuchung waren die Kniegelenke ergussfrei und frei beweglich bei 10° recurvatum. Links Lateralisierung und laterale Facettendruckdolenz der Patella. Tuberositas tibiae mit erheblich vergrößertem Q-Winkel und J-Zeichen. Sonographisch keine intraartikuläre Ergussbildung bei erheblicher Abflachung der proximalen Trochlea.

Zur weiteren Diagnostik des Femuropatellargelenkes wurde die SCS Bildgebung des linken Kniegelenkes ohne Belastung bei voller Streckung (im Sitzen) in 0,2 mm Schichten und dreidimensionaler Rekonstruktion durchgeführt.

Rechtfertigende Indikation

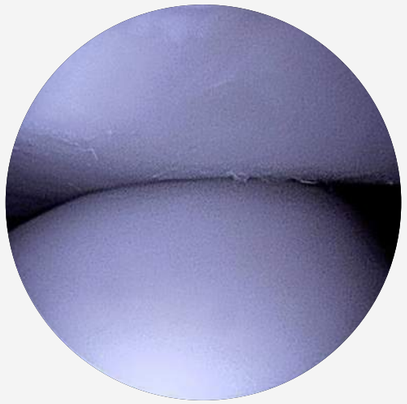
OP-Vorbereitung femuropatellare Dysplasie links bei rezidivierenden Patellaluxationen. Beurteilung der proximalen Trochlea femoris? Lage der Patella? TTTG?

Befund

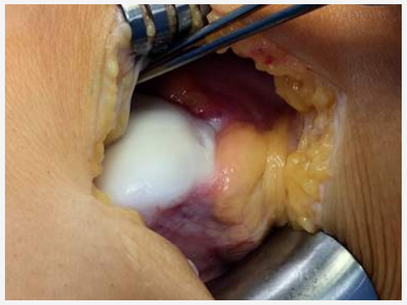
TTTG = 20 mm. Massive Lateralisierung der Patella im Sinn der Subluxation und Patella alta. Das proximale Gleitlager ist flach und teilweise konvex **(siehe Seite 58)**.

Unter der Diagnose *„rezidivierende Patellaluxationen links bei ausgeprägter femuropatellarer Dysplasie“* wurde eine operative Intervention mit komplex vertiefender Trochleaplastik und ein medialisierender Tuberositas tibiae Transfer (3-D-Patellasehnenversetzung) durchgeführt.

Intraoperativ bestätigte sich die komplexe Dysplasie des femoralen Patellagleitlagers **(siehe Abbildungen).**



Im arthroskopischen Bild *„reitet“* die flachtypisch ausgeformte Patella bei 30° Beugung auf dem lateralen trochlearen Anteil des Femurkondylus.



OP-Situs analog zum arthroskopischen Bild. Das proximale trochleare Patellagleitlager ist konvex geformt.

Nach unauffälligem postoperativen Heilungsverlauf wurde 5 Monate postoperativ eine Kontrolluntersuchung des linken Kniegelenkes im Stehen mit 30° Beugung im Stand mittels SCS Bildgebung in 0,2 mm Schichten und dreidimensionaler Rekonstruktion durchgeführt.

Rechtfertigende Indikation

Trochleaplastik und medialisierender Tuberositas tibiae Transfer vor 5 Monaten.

Fragestellung

Kontrolle der Durchbauung der transponierten Tuberositas tibiae vor Metallentfernung? 3-D Anatomie der Trochlea postoperativ? TTTG?

Befund

Es zeigte sich eine vollständige Durchbauung der transponierten Tuberositas tibiae. Unauffällige Lage und Sitz der beiden Spongiosazugschrauben mit Unterlagscheiben. Trochlea im Vergleich zu präoperativ jetzt proximal konkaver ausgeformt.
TTTG = 2,5 mm **(siehe Seite 59).**

Bereits zu diesem Zeitpunkt und auch im weiteren Verlauf war und ist die Patientin beschwerdefrei.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. med. Heinz Lohrer
European SportsCare Network
Borsigstraße 2 · 65205 Wiesbaden · Germany

Institut für Sport und Sportwissenschaften
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Brsg.
Schwarzwaldstraße 175
79117 Freiburg
Tel.: +49 69 67800933 · Fax: +49 69 67800953
E-Mail: lohrer@esn-ortho.de

Quellen:

[1] Koivisto, J., Kiljunen, T. Wolff, J. et al.(2013). Assessment of effective radiation dose of an extremity CBCT, MSCT and conventional X ray for knee area using MOSFET dosemeters. Radiation Protection Dosimetry, 157 (4), 515–524.

[2] Koivisto, J., Kiljunen, T., Kadesjö, N. et al.(2015). Effective radiation dose of a MSCT, two CBCT and one conventional radiography device in the ankle region. J Foot Ankle Res, 8 (8).

[3] Koivisto, J., van Eijnatten, M., Kiljunen, T. et al.(2018). Effective Radiation Dose in the Wrist Resulting from a Radiographic Device, Two CBCT Devices and One MSCT Device: A Comparative Study. Radiation Protection Dosimetry, 179 (1), 58–68.

[4] Koivisto, J., van Eijnatten, M., Ludlow, J. et al.(2021). Comparative dosimetry of radiography device, MSCT device and two CBCT devices in the elbow region. J Appl Clin Med Phys.

[5] Neubauer J., Benndorf M., Reidelbach C. et al.(2016). Comparison of Diagnostic Accuracy of Radiation Dose-Equivalent Radiography, Multidetector Computed Tomography and Cone Beam Computed Tomography for Fractures of Adult Cadaveric Wrists. PLoS One, 11 (10).

Femoropatellare Dysplasie · präoperativ

DVT • multiplanare Ansicht

Die präoperative DVT zeigt eine massive Lateralisierung der Patella im Sinn der Subluxation der Jägerhut Patella alta.
Das proximale Gleitlager ist konvex geformt. TTTG = 20 mm.

Femoropatellare Dysplasie · postoperativ

DVT • multiplanare Ansicht

Die abschließende DVT 5 Monate postoperativ zeigt eine vollständige Durchbauung der transponierten
Tuberositas tibiae bei noch liegenden kanülierten Spongiosazugschrauben mit Unterlagscheiben. Die Trochlea ist im Vergleich
zu präoperativ jetzt proximal konkav ausgeformt. TTTG = 2,5 mm. Die Patella sitzt rezentriert.