

Klinik und Radiologie des Handgelenks

Karlheinz Kalb, Rainer Schmitt



Berlin, 27. April 2024



Klinik für
Handchirurgie



RHÖN-KLINIKUM
Campus Bad Neustadt
Medizinische Exzellenz aus Tradition

Uniklinikum
Würzburg



LMU

LUDWIG-
MAXIMILIANS
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

Distale Radiusfraktur - Patienten 1, 2 und 3

Patient 1

- 45-jährige Frau
- an einer Bordsteinkante gestolpert und auf ausgestreckte Hand gestürzt
- sichtbare Fehlstellung im Handgelenk
- schmerzhafte Bewegungseinschränkung und Schwellung



Patient 2

- 72-jähriger Mann
- Sturz von einer Leiter
- schmerzhafte Bewegungseinschränkung
- massive Schwellung des Handgelenkes



Patient 3

- 50-jährige Frau
- Treppensturz
- Schwellung des Handgelenkes mit Bewegungseinschränkung



Distale Radiusfraktur - Klinik und Klassifikationen

Klinik

- Traumaanamnese
- äußere Verletzungszeichen (Hämatom)
- Schwellung des Handgelenkes
- schmerzhafte Bewegungseinschränkung
- sichtbare Fehlstellung
- Sensibilitätsstörungen



Diagnostik

- Frakturnachweis / -ausschluß
- relevante Begleitverletzungen
- Erfassung aller therapierelevanten Informationen durch adäquate Klassifikation

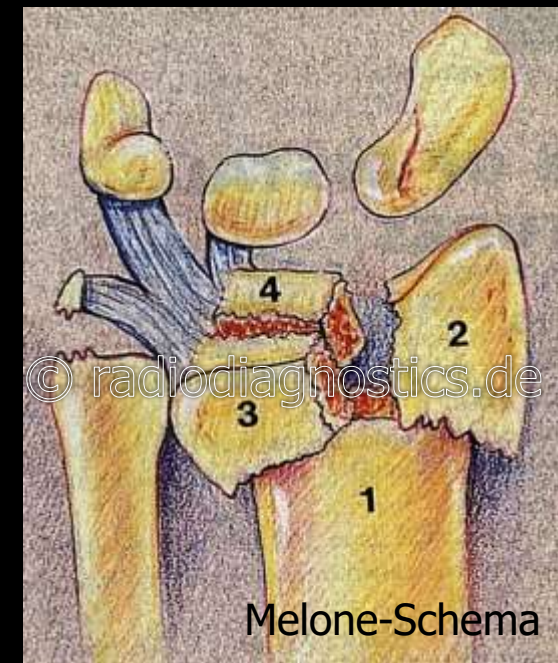
Fernandez-Klassifikation



AO-Klassifikation



Fragmentzuordnung (nach Melone)



- 1 = Radiusshaft
- 2 = Fragment der Fovea scaphoidea / des PSR
- 3 = dorsales Fragment der Fovea lunata
- 4 = palmares Fragment der Fovea lunata

Fragen

- extraartikulär vs. intraartikulär
- Extensionsfraktur (Colles) vs. Flexionsfraktur (Smith)
- Fragmentdislokation
 - Gelenkflächeninklination
 - Ad-latus-Versatz
 - Impaktation (Radiuslänge, die-punch-Läsion)
- Randkantenfraktur (Barton vs. reserve-Barton)
- PSU: Spitzenfraktur vs. Basisfraktur
- Kombinationen: Chauffeur-, Galeazzi-Verletzung
- Handwurzel
 - Fraktur
 - Gefügestörung

Distale Radiusfraktur - Radiologie Patient 1



© radiodiagnostics.de



© radiodiagnostics.de

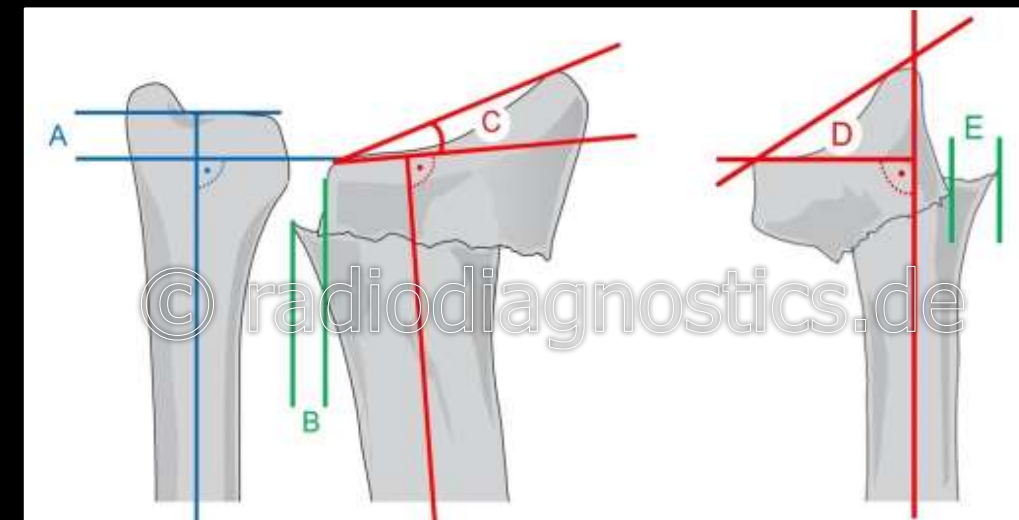
- A = Ulnarvarianz
- B = frontale Adlatus-Dislokation
- C = frontale Inklination
- D = sagittale Inklination
- E = sagittale Adlatus-Dislokation



2R3C2.1
Mehrfragmentäre Metaphysen-Fraktur
mit einfach sagittalem Gelenkverlauf



2R3A3.2
Fraktur mit fragmentiertem Keil



Morphometrie im Röntgenbild

- Impaktation = 0 mm
- Inklination = 19° nach ulnar, 26° nach dorsal
- Konsole = 2 mm nach radial und dorsal disloziert
- Metaphyse = dorsal frakturiert und disloziert
- Gelenkfläche = Verdacht auf Fraktur (??)

Extensionsfraktur des Radius

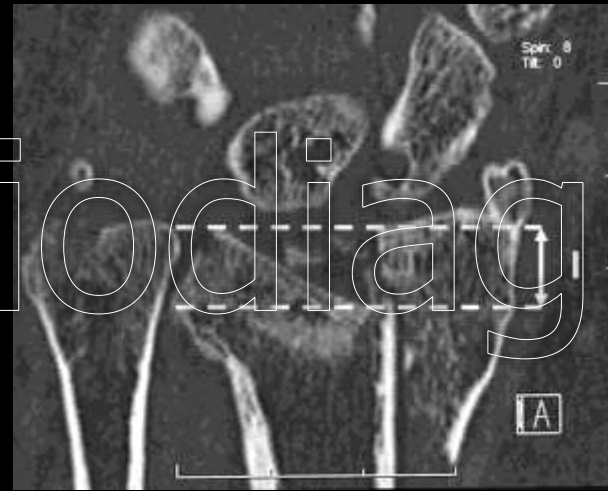
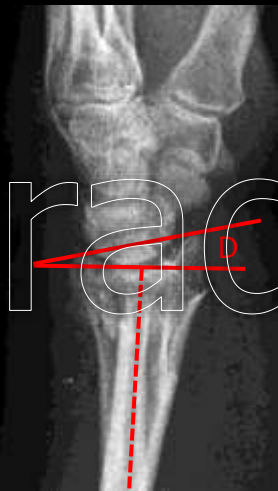
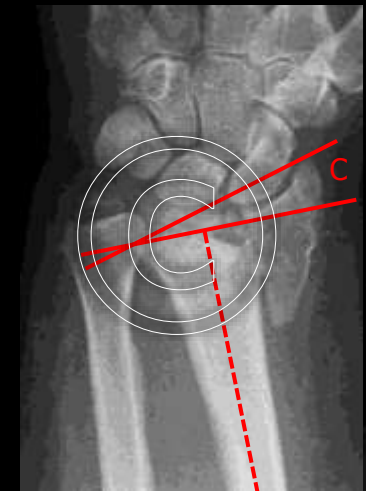
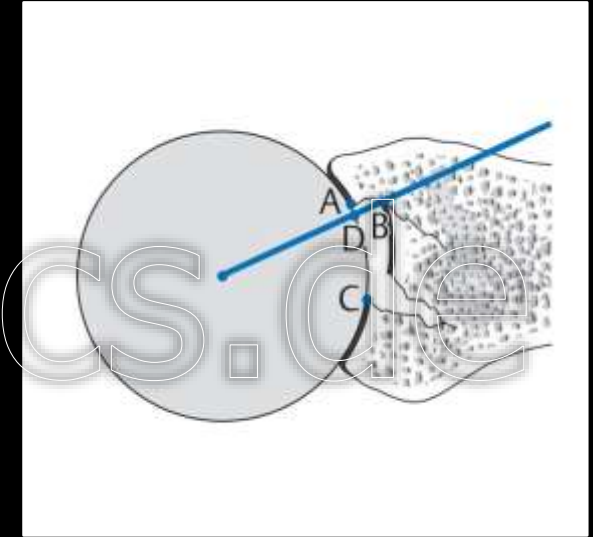
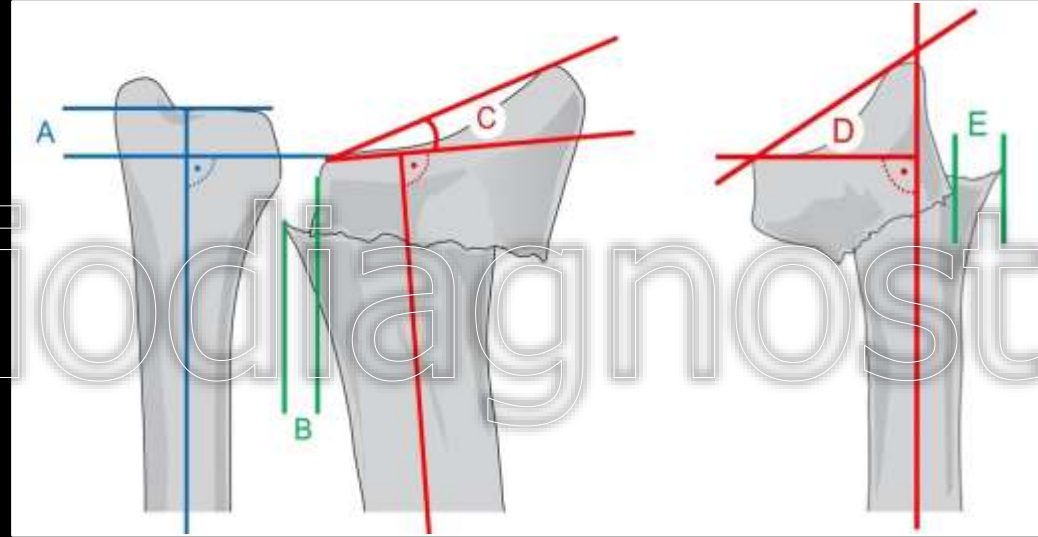
- Beteiligung der Metaphyse
- fraglich intraartikulärer Verlauf (2R3C2.1 vs. 2R3A2.2)
- **CT durchführen !**

Distale Radiusfraktur - Therapie Patient 1

- klare Operationsindikation
- palmare winkelstabile Plattenosteosynthese
- ergänzende CT-Diagnostik zeigt Notwendigkeit der Eingriffserweiterung
- Doppelzugang mit Doppelplattenosteosynthese
- Nachbehandlung in ulnaumgreifender Unterarmgipsschiene mit freier Fingerbeweglichkeit



Distale Radiusfraktur - Radiologie Patient 2



Inklinationen der Gelenkfläche

Fragmenttiefe

Spaltbreite

Spaltbreite

Distale Radiusfraktur - Radiologie Patient 2



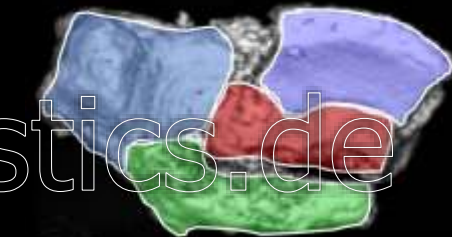
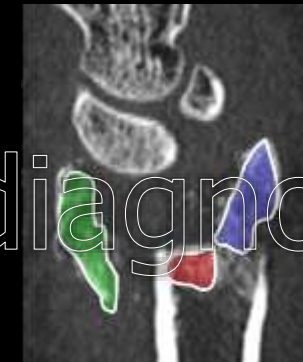
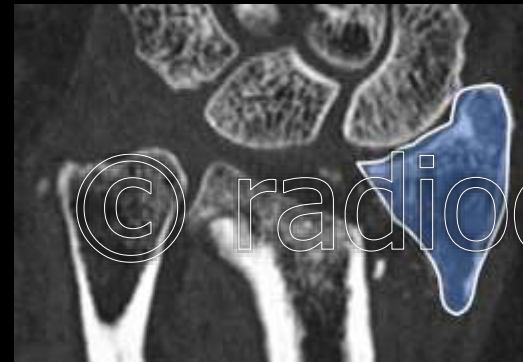
2D-CT (orthogonal)

- Segmentierung
- Farbkodierung

3D-CT (freie VRT)

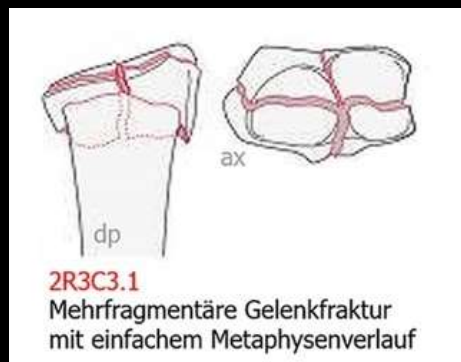
- Segmentierung
- Farbkodierung

Operationsplanung



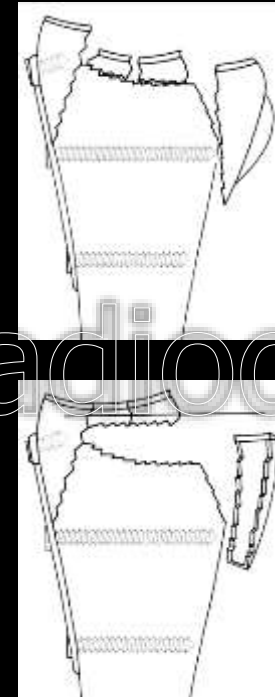
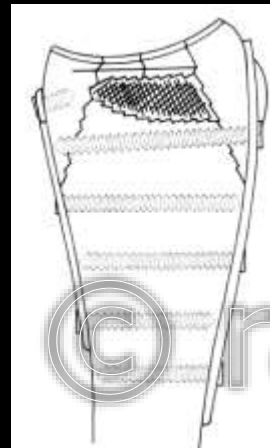
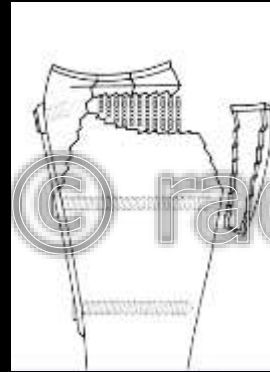
Intraartikuläre Radiusfraktur 2R3C3.1

- Gelenk:
mehrfragmentär
- Metaphyse:
einfach frakturiert, disloziert
- PSU-Basisfraktur

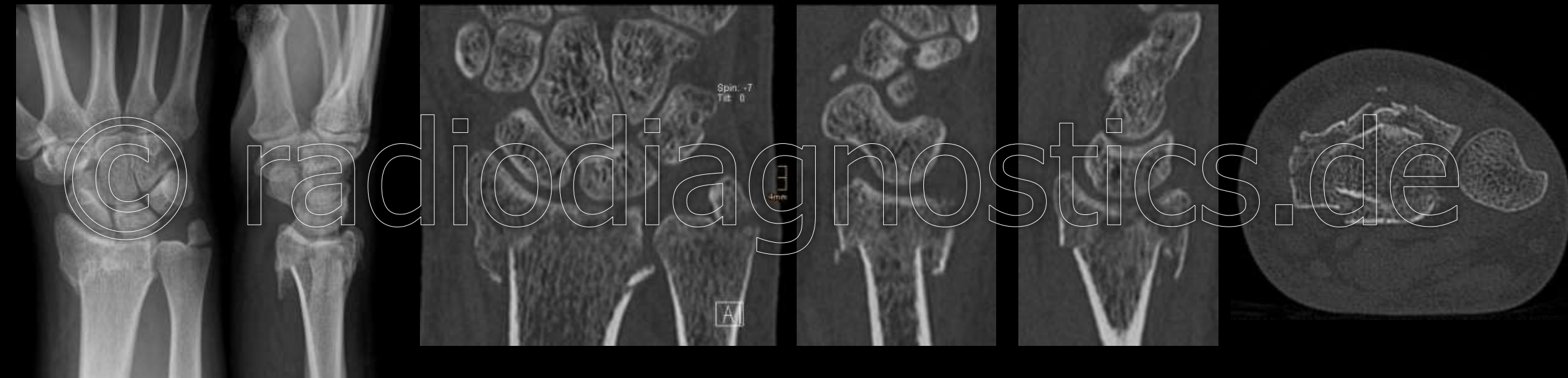


Distale Radiusfraktur - Therapie Patient 2

- fragmentspezifische Versorgung
- komplexe Gelenkflächenrekonstruktion
- palmarer und dorsaler Zugang
- Dreifachplattenosteosynthese
- Weichteiltraumatisierung mit erhöhtem Komplikationspotential

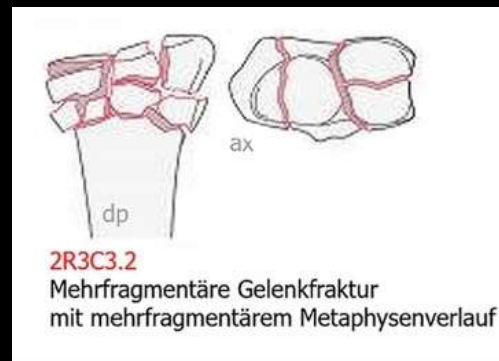


Distale Radiusfraktur - Radiologie Patient 3



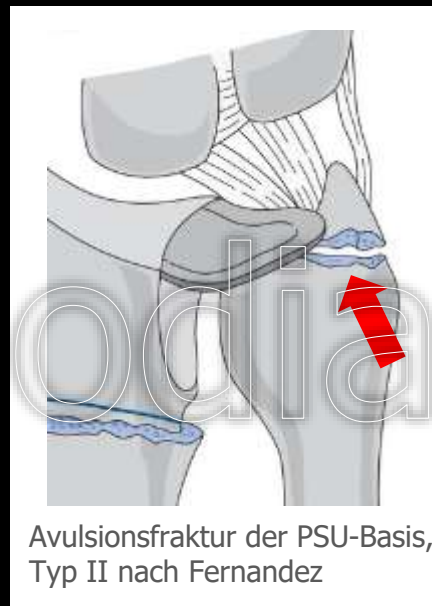
Intraartikuläre Radiusfraktur 2R3C3.2

- Gelenk:
mehrfragmentär
- Metaphyse:
mehrfragmentär, impaktiert
- PSU-Basisfraktur



Distale Radiusfraktur - Therapie Patient 3

- Gelenkflächenrekonstruktion mit palmarer und radialer Plattenosteosynthese
- bei Instabilität des DRUG ergänzende Refixation des Proc. styloideus ulnae mit
 - Zuggurtungsosteosynthese
 - Hakenplatte (alternativ)



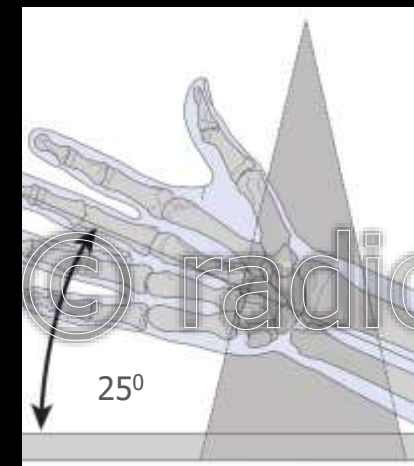
Distale Radiusfraktur - Postoperative Diagnostik

Radiographie postoperativ

CT auch bei Metallimplantaten möglich



mit 25°-Keil



CT im Zweifelsfall



Nach Mehrfragmentfrakturen

Bildrekonstruktion in der CT mit

- Standardprogramm
- Spezialprogramm, z.B. **IMAR** = Iterative Metal Artifakt Reduktion

Skaphoidfraktur - Patienten 4, 5 und 6

Patient 4

- 24-jähriger Mann
- Stolpersturz auf ausgestreckte Hand
- dorsoradiale Schmerzen
- röntgenologisch kein eindeutiger Frakturachweis

Patient 5

- 26-jähriger Mann
- Sturz beim Fußballspielen
- Schmerzen in der Tabatiere mit diskreter Schwellung

Patient 6

- 22-jähriger Mann
- Sturz auf die rechte Hand beim Motorradrennen



Klinische Befunde

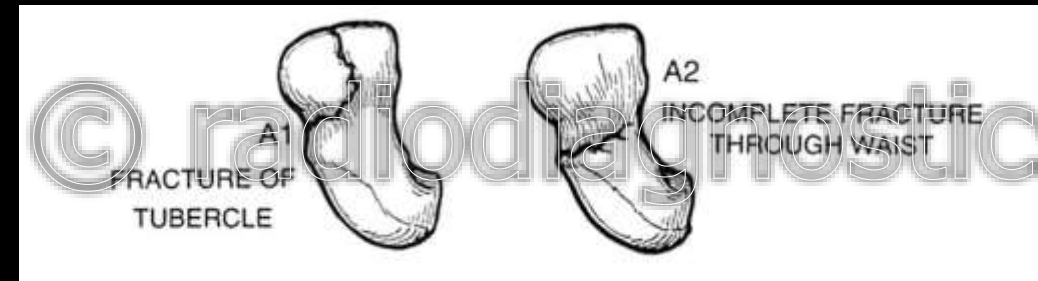
- Schmerzhafte Schwellung des Handgelenks
- Druckschmerz
 - in der anatomischen Tabatiere
 - beugeseitig über dem Kahnbeinhöcker



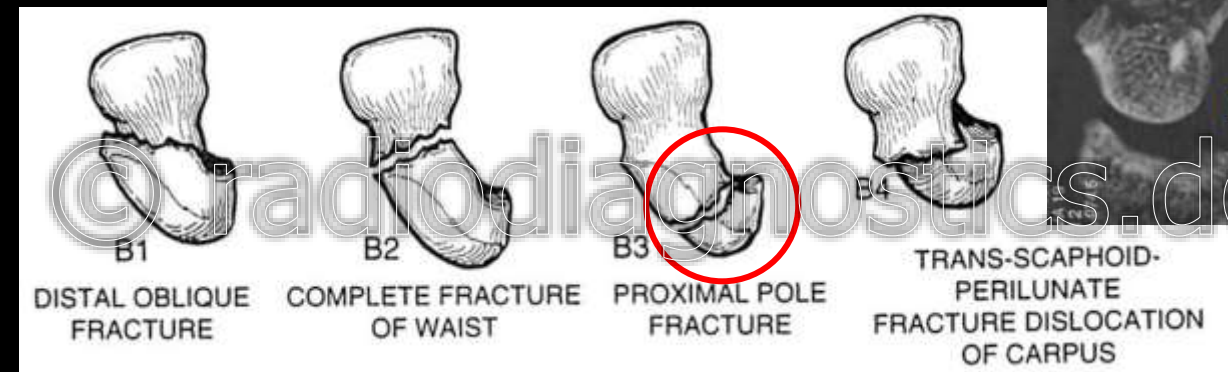
- Beweglichkeit endgradig schmerzhaft eingeschränkt

Klassifikation nach Herbert (modifiziert von Krimmer)

- **stabil** = keine Dislokation in der CT



- **instabil** = Dislokation in der CT



Skaphoidfraktur - Fragen des Chirurgen

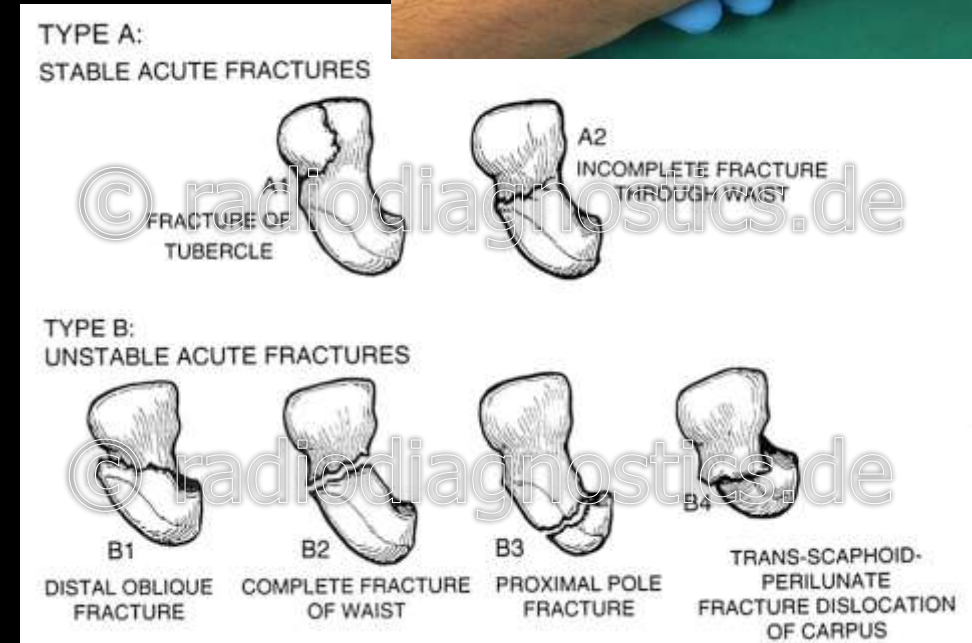
- Beim Verdacht auf eine Skaphoidfraktur:

Wie wird die konventionelle Röntgendiagnostik korrekt durchgeführt ?

- Wann kann eine Skaphoidfraktur ausgeschlossen werden?

- Bei Vorliegen einer Skaphoidfraktur:

- Genaue Erfassung der Frakturmorphologie ?
- Zuordnung zur therapierelevanten Klassifikation ?



Skaphoidfraktur - Diagnostische Methoden

Projektionsradiographie

- Detektionsrate nur ca. 70 %
- Projektionen: d.p., seitlich, Stecher
- kein Skaphoidquartett !

CT-Diagnostik

- keine 100 %-ige Detektion, aber spezifisch
- Dünnschichten < 1 mm und Knochenkernel
- doppelangulierte MPR

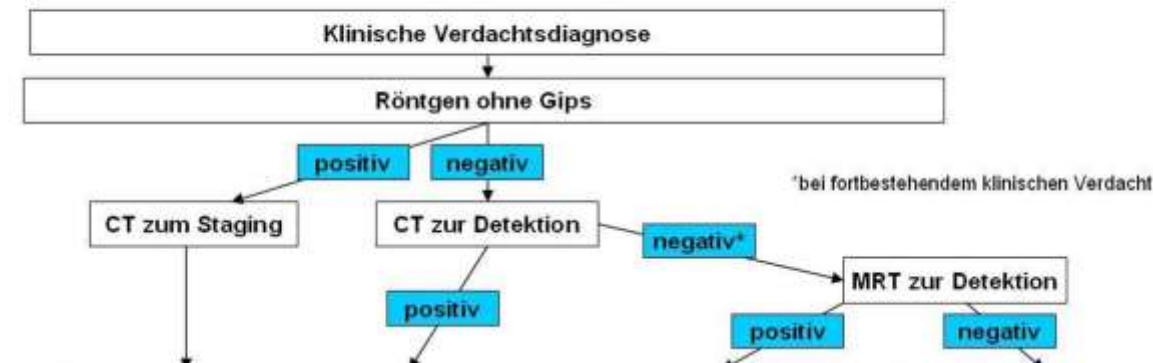
MRT-Diagnostik

- Detektionsrate 100 %
- Knochenmarködem unspezifisch !
- DDx: Kontusion = „bone bruise“



Behandlungsalgorithmus frischer Kahnbeinfrakturen (S3-Leitlinie)

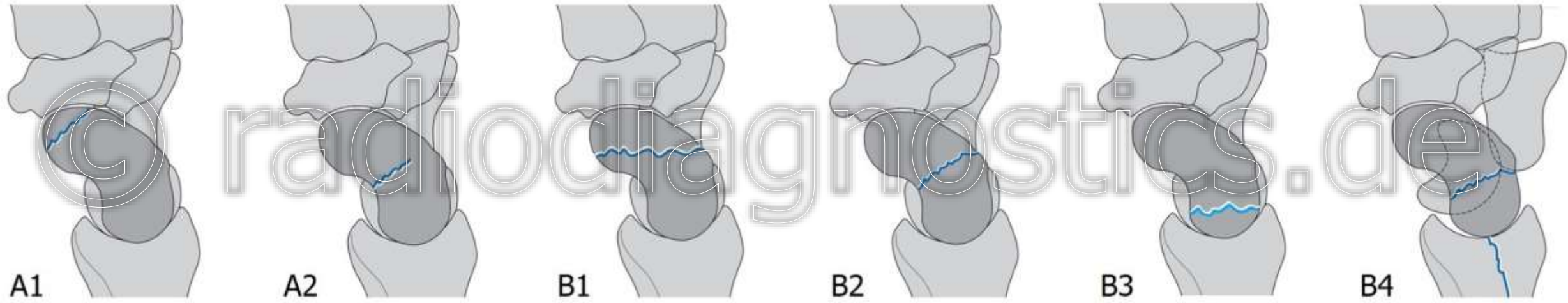
Frakturklassifikation nach Krimmer (2000) in Anlehnung an Herbert und CT-Befund



Skaphoidfraktur - CT-Diagnostik

Sensitivität 90 – 95 %

Spezifität ca. 95 %



A1

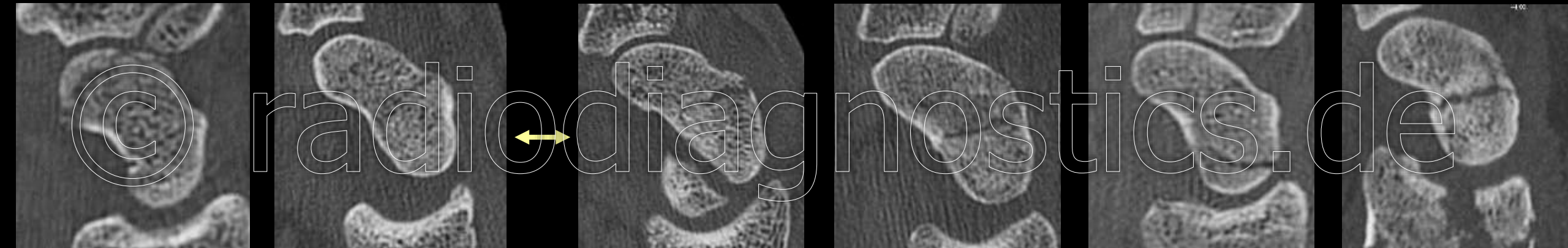
A2

B1

B2

B3

B4



stabil

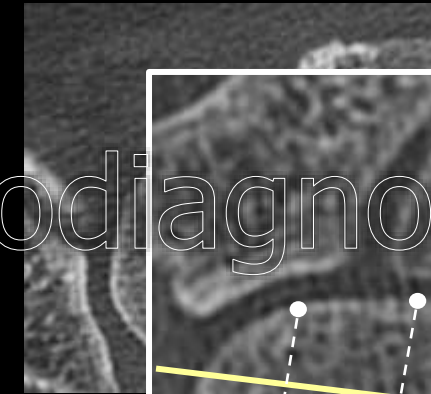
instabil

Skaphoidfraktur - Instabilitätszeichen

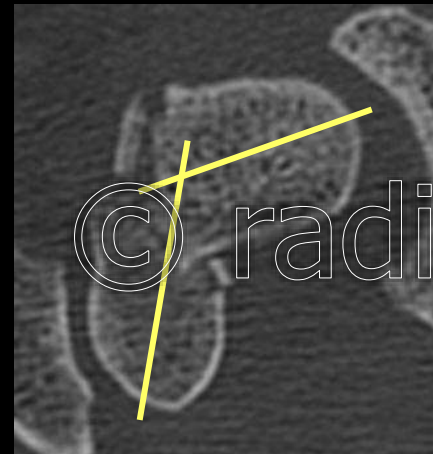
- Schrägfraktur im mittleren Drittel = B1
 - dislozierte Fraktur im mittleren Drittel = B2
 - Fraktur im proximalen Drittel = B3
 - Skaphoidfraktur + Begleitfraktur = B4
-
- „humpback“-Deformität $> 30^\circ$
 - Adlatus-Dislokation $> 1 \text{ mm}$
 - Trümmerzone



B2



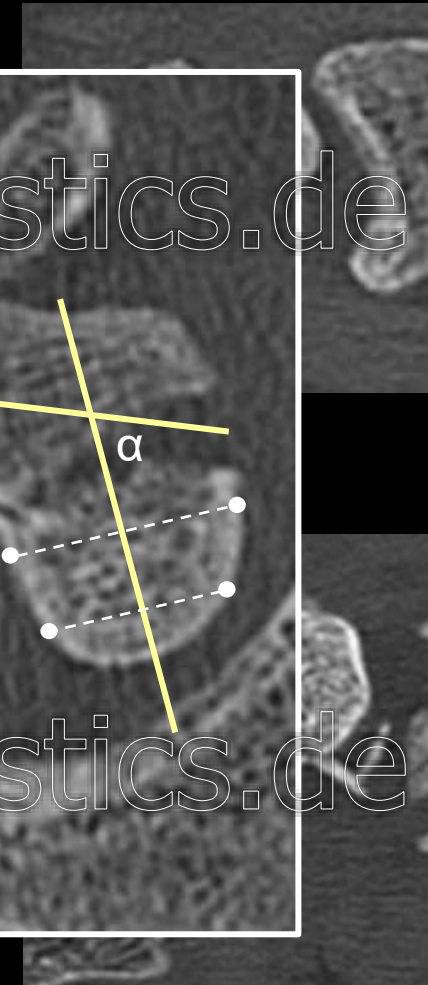
B3



humpback



Trümmerzone



Trümmer + humpback

Skaphoidfraktur - MRT-Diagnostik

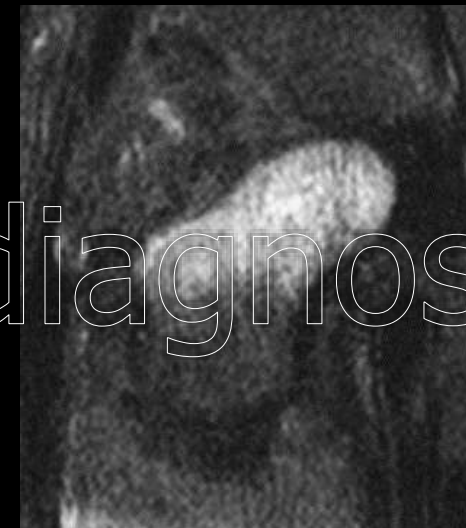
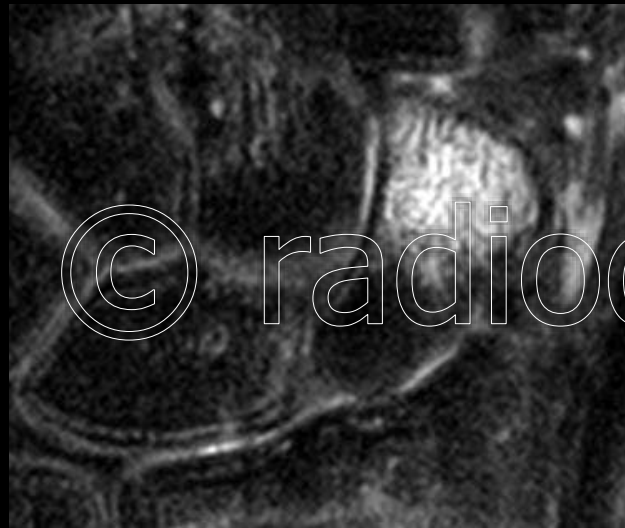
Sensitivität 100 %

- jede Fraktur in der MRT detektiert



Spezifität 80 - 90 %

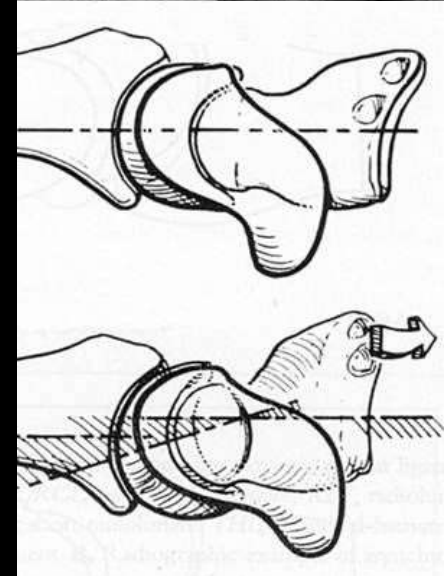
- DDx: Kontusion
- Frakturspalt zwingend notwendig !



CT-like 3D-MRI imaging

- zukünftiger „one-stop shop“

Skaphoidfraktur - Radiologie Patient 4



Stabile Skaphoidfraktur A2 (nach Herbert)

- im mittleren Drittel
- inkomplett, keine Dislokation

Keine weiterführende Diagnostik

Stecher-Aufnahme

- Faustschluss
- Ulnarduktion
- Skaphoid richtet sich parallel zum Detektor aus

Skaphoidfraktur - Therapie Patient 4



Einfache, nicht-dislozierte Fraktur vom **Typ A2** (nach Herbert)

Therapie

- Ruhigstellung im Unterarmgips mit Einschluss des Daumengrundgelenks für 6 Wochen
- Röntgenkontrolle nach 4 Wochen zum Ausschluss einer sekundären Op.-Indikation



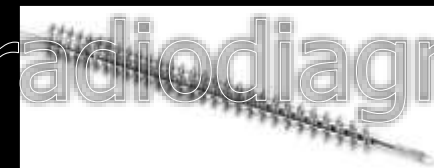
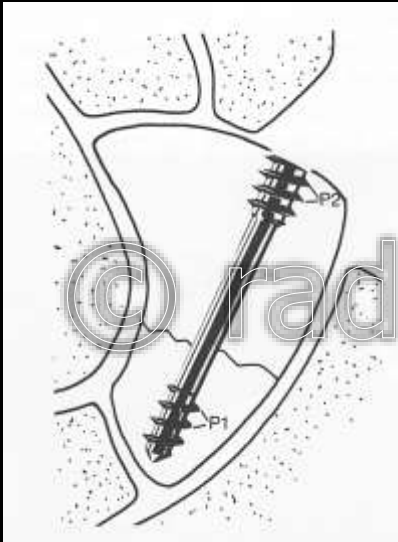
Skaphoidfraktur - Therapie Patient 4

Einfache, nicht-dislozierte Fraktur

- Typ A2 (nach Herbert)
- Ruhigstellung im Unterarmgips mit Einschluss des Daumengrund für 6 Wochen
- Röntgenkontrolle nach 4 Wochen

Alternativ

- perkutane Verschraubung möglich



Skaphoidfraktur - Radiologie Patient 5



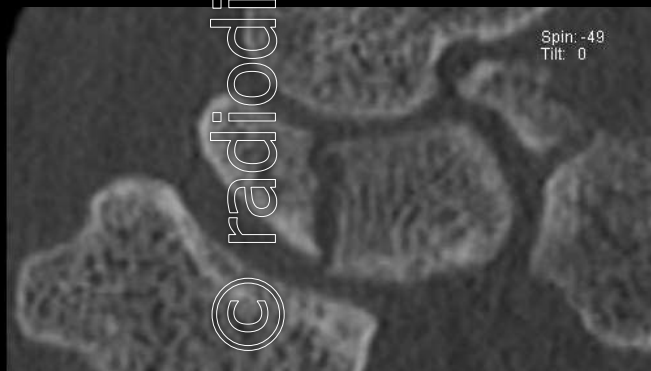
Instabile Skaphoidfraktur B2 (nach Herbert)

- am Übergang vom proximalen zum mittleren Drittel
- unifragmentär
- Humpback-Achsenfehlstellung von 48°
- dorsale Adlatus-Dislokation von 1,5 mm

Skaphoidfraktur - Therapie Patient 5

Dislozierte, instabile Fraktur am Übergang vom proximalen zum mittleren Drittel

- Offene Reposition und Schraubenosteosynthese, ggf. mit Radiuspongiosaplastik



Skaphoidfraktur - Radiologie Patient 6



Instabile Skaphoidfraktur B3

- im proximalen Drittel
- mehrfragmentär, keine Dislokation
- ggfs. MRT zur Vitalitätsbestimmung

➔ www.radiodiagnostics.de

SAFE THE DATE

4. Würzburger Symposium „Muskuloskelettale Radiologie“

Untere Extremität: Hüfte & Knie
04. / 05. April 2025

Universitätsklinikum Würzburg
Telefon: 0931 201-34004
e-Mail: rawue@ukw.de

+ Arthro-
Kurs



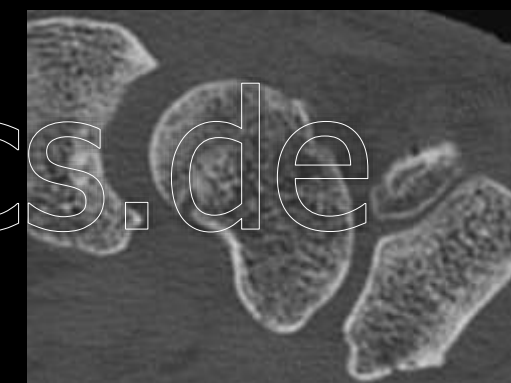
Skaphoidfraktur - Therapie Patient 6

Komplexe Mehrfragmentfraktur

- offene Reposition von dorsal
- Doppelschrauben-Osteosynthese



Skaphoidfraktur - Postoperative Diagnostik



Postop. Radiogramme
in 3 Ebenen

Komplette Ausheilung
im CT-Verlauf

Skaphoidpseudarthrose
nach 8 Monaten

Komplette Ausheilung
nach 12 Wochen

Röntgen
intraoperativ



Röntgen nach 4
und 6 Wochen



CT
nach 9 Wochen



spätere CT bei
kompl. Verlauf

Skapholunäre Dissoziation - Patienten 7 und 8

Patient 7

- 24-jähriger Mann
- Sturz beim Sport auf die ausgestreckte Hand vor 6 Wochen
- anhaltend belastungsabhängige Schmerzen



Patient 8

- 22-jähriger Mann
- Sturz beim Motorradrennen



Skapholunäre Dissoziation - Klinik, Klassifikation

Klinik

- Belastungsabhängige Schmerzen über der SL-Bandregion
- lokaler Druckschmerz
- Pathologischer Watson-Test



Arthroskop. Klassifikation (nach Geissler)

Stad.	Stufe SL-Spalt	Weite SL-Spalt
I	keine Stufe	mit Tasthaken nicht passierbar
II	Stufe	mit Tasthaken nicht passierbar
III	Stufe	mit Tasthaken passierbar
IV	Stufe	mit Arthroskop passierbar



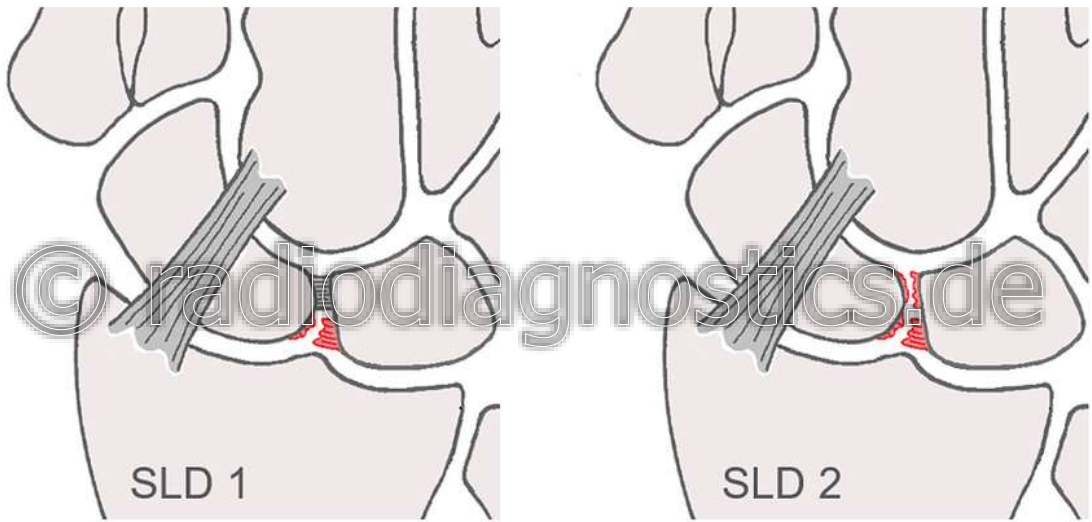
SLD-Klassifikation (ergänzt nach Watson und Black)

Stadium	SL-Band	extrins. Lig.	Funktion
I	prädynamisch Teilruptur	intakt	Statik normal Dynamik normal
II	dynamisch Komplettruptur	intakt	Statik normal Dynamik patholog.
III	statisch Komplettruptur	Ruptur	Statik patholog. Dynamik patholog.
IV	arthrotisch Komplettruptur	Ruptur	Statik patholog. Dynamik patholog.

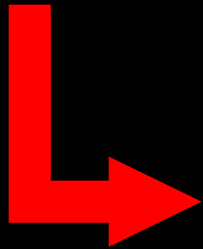
- Liegt eine Verletzung des SL-Bandes vor ?
- frische oder alte Verletzung ?
- Teil- oder Komplettruptur ?
- relevante, nahtfähige Bandreste erhalten ?
 - Band mit Knorpelanteil abgesichert
 - Bandrest am Mondbein
 - kein Bandrest erhalten
- Beteiligung extrinsischer Bandsysteme ?
- dynamische oder statische Fehlstellung ?
- fixierte Fehlstellung ?
- degenerative Veränderungen („SLAC wrist“) ?



Skapholunäre Dissoziation - Stadien

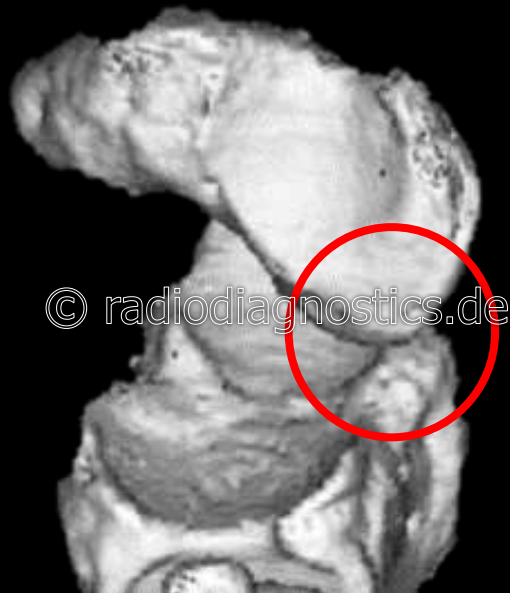
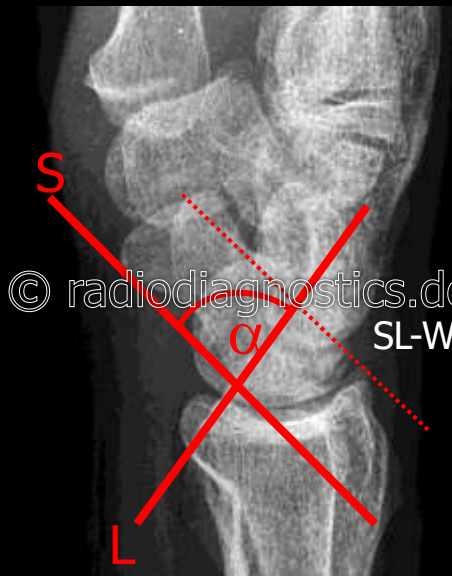
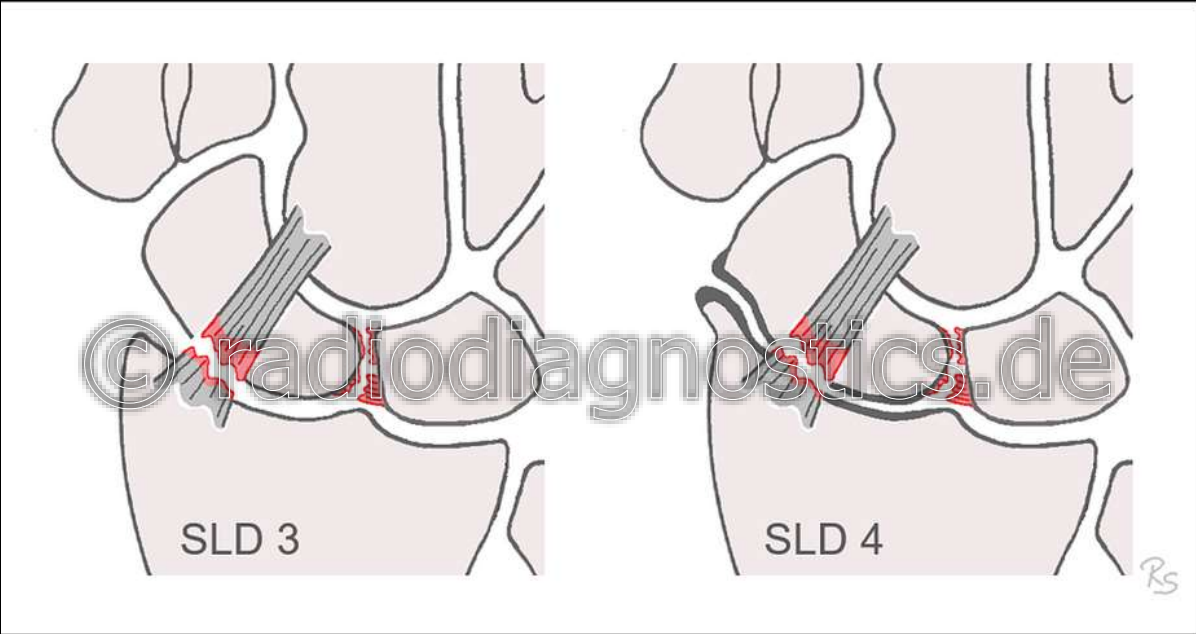


Stadium	SL-Band	extrins. Bänder	Funktion
I	prä-dynamisch	Teilruptur	intakt
II	dynamisch	Komplett-ruptur	intakt
			Statik normal Dynamik normal
			Statik normal Dynamik patholog.



Kinematographie

Skapholunäre Dissoziation - Stadien



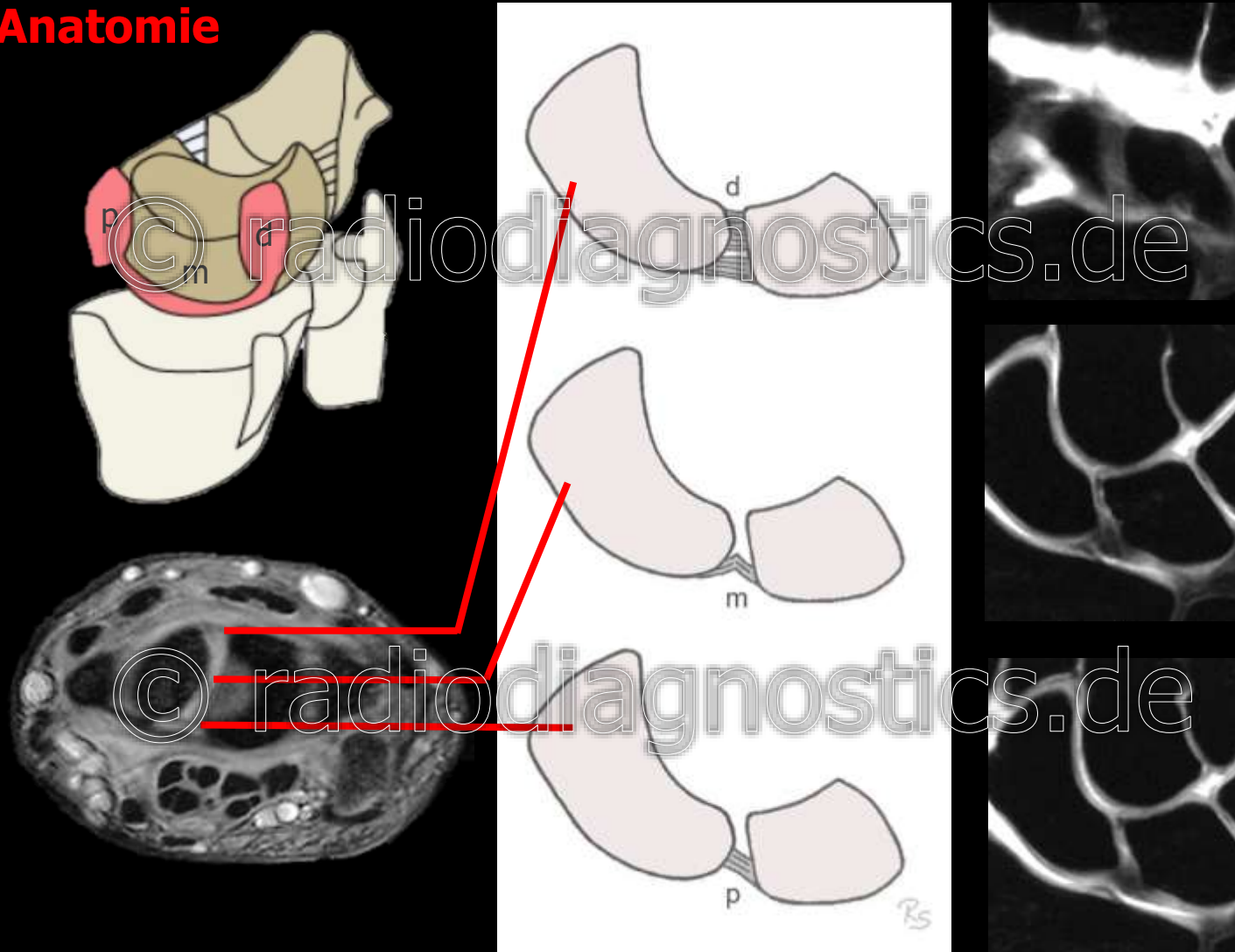
Stadium	SL-Band	extrins. Ligg.	Funktion
III	statisch	Komplett-ruptur	Ruptur
IV	arthrotisch	Komplett-ruptur	Ruptur
			Statik pathologisch Dynamik patholog.



- Terry-Thomas-Zeichen nur fakultativ
- SLAC = ScaphoLunate Advanced Collapse

Skapholunäre Dissoziation - MRT

Anatomie



MRT

- **native MRT** wenig sensitiv, da ergussabhängig
- **ceMRT** besser, da Kontrast-enhancement am Rupturort
- **MR-Arthro** ist Goldstandard (Distension, CNR ↑)
CT-Arthro ist ebenbürtig

