

**Welche Diagnostik wird bei der Diagnose „Skoliose“ durchgeführt?**

Der wichtigste Teil der Diagnostik besteht in der gezielten Befragung (Anamnese, Erhebung der Krankengeschichte) und einer ausführlichen körperlichen Untersuchung. Die Befragung und die Untersuchung ermöglichen dem behandelnden Arzt, sich ein umfassendes Bild über den aktuellen Zustand des Patienten zu machen und eine erste Verdachtsdiagnose zu stellen, die danach mit apparativen Untersuchungen bestätigt und dokumentiert werden kann.

Bei der Anamnese können folgende Aspekte hinterfragt werden:

Familienanamnese:

Bestehen schwerwiegende Erkrankungen bei Angehörigen?

Gibt es vererbte Erkrankungen?

Gibt es Erkrankungen mit familiärer Häufung?

Sozialanamnese:

Schul- und Berufsausbildung?

Aktuelle Berufstätigkeit?

Versorgungssituation?

Familiäre Situation?

Bestehen Schmerzen?

Schmerzqualität (Stechend, brennend, bohrend, dumpf, ausstrahlend, usw.)?

Schmerzdauer (Seit wann, wie häufig, wie lange)?

Schmerzintensität (Wie stark)?

Schmerzlokalisierung (Wo treten sie auf)?

Auffälligkeiten der Muskulatur und des Bewegungsapparats:

Wie stark und seit wann ?

Zunahme oder Abnahme der Auffälligkeit?

Bewegungseinschränkungen? Blockierungen, Steifigkeit?

Wo treten sie auf?

Schwäche in den Armen oder Beinen?

Verminderung der Kraftentwicklung?

Gangunsicherheit?

Hat die Regelblutung bereits eingesetzt (Menarche, Pubarche), wichtig zur Beurteilung des weiteren Verlaufs, da das Längenwachstum nach Beginn der Regelblutung noch etwa 2 Jahre anhält)?

Bestehende Erkrankungen:

Erfragt werden bestehende Erkrankungen der Organsysteme:

· Herz-Kreislauf

· Lunge

· Magen-Darm

· Niere und ableitende Harnwege

· Stoffwechselerkrankungen

Sind Allergien bekannt?

Wurden bereits Operationen durchgeführt?

## Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung erfolgt am entkleideten Patienten und besteht aus der Inspektion, dem strukturierten „Anschauen“ des Patienten, aus der Palpation, dem gezielten Abtasten, der neurologischen Untersuchung, sowie Funktions- und Bewegungsprüfungen.

### Inspektion

Von vorne:

- Beckenschiefstand?
- Beinachse korrekt?
- Form des Brustkorbs?
- Haltung von Kopf und Nacken?
- Schulterhöhe seitengleich?

Von hinten:

- Lotabweichung der Wirbelsäule?
- Verlauf der Dornfortsätze?
- Muskelrelief?
- Form des Brustkorbs?
- Schulterhöhe seitengleich?
- Beckengeradstand?
- Taillendreiecke symmetrisch?
- Michaelisraute symmetrisch?
- Rumpfüberhang?
- Lendenwulst beim Vorwärtsbeugen?
- Rippenbuckel beim Vorwärtsbeugen?
- Rippental sichtbar?

Von der Seite:

- Haltung von Kopf und Nacken?
- Regelrechte Beckenkipfung?
- Seitliche Form der Wirbelsäule (sagittales Profil):
  - Rundrücken?
  - Hohlkreuz?
  - Hohlrundrücken?
  - Kyphose?
  - Flachrücken?

### Palpation

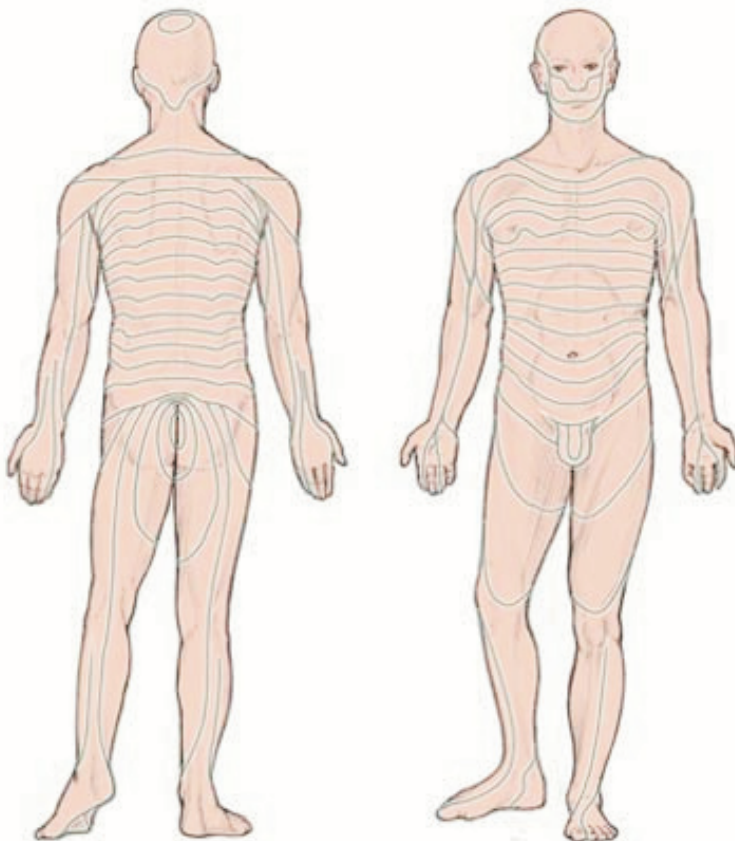
- Schmerz auslösbar?
- Klopf- oder Stauchungsschmerz der Wirbelsäule auslösbar?
- Druckschmerzhaftes Muskel?
- Dorn- und Querfortsätze schmerzhaft?
- Iliosacralgelenke schmerzhaft?
- Ischiasdruckpunkte (Valleixpunkte) schmerzhaft?
- Liegen Muskelatrophien vor?
- Zeigen sich Gelenkkontrakturen?

## Neurologische Untersuchung

Die Untersuchung der Nerven hat in der Wirbelsäulenthopädie eine wesentliche Bedeutung, da durch die orientierende neurologische Untersuchung geklärt werden kann, ob neurologische Auffälligkeiten, wie motorische oder sensible Ausfälle, Lähmungen oder eine Störung der Blasen- und Mastdarmfunktion vorliegen. Bei akut aufgetretenen neurologischen Ausfällen muss die weitere Abklärung rasch durchgeführt werden.

Untersucht werden:

- Muskeleigenreflexe, mit denen die Funktionsfähigkeit des 2. Motoneurons in den jeweiligen Wirbelsäulenabschnitten überprüft wird. Der Reflex wird durch eine passive Dehnung der Muskulatur ausgelöst, zum Beispiel durch den Schlag mit dem Reflexhammer auf die Kniescheibensehne.
- Fremdreflexe sind Reflexe, die ihren Effekt an einer anderen Stelle, nicht am Auslösungsort, hervorrufen. Beim Bauchdeckenreflex wird durch Streichen der Bauchhaut eine Kontraktur der Bauchmuskulatur ausgelöst.
- Pathologische Reflexe sind Zeichen einer Schädigung der Pyramidenbahn und können beim Gesunden nicht ausgelöst werden.
- Sensibilitätsprüfung  
Die Hautareale, die durch bestimmte Spinalnerven versorgt werden, nennt man Dermatome. Durch Feststellung von Gefühlsstörungen in diesen Hautbezirken, können Rückschlüsse auf den Ursprungsort eines Wirbelsäulenleidens gezogen werden.
- Dermatome



- Prüfung der groben Kraft der Muskelgruppen
- Lasègue und Bragard Test: Bei einer Irritation der Nervenwurzel des Ischiasnervs werden durch Anheben des Beinsam liegenden Patienten Schmerzen im Bein und Rücken ausgelöst.

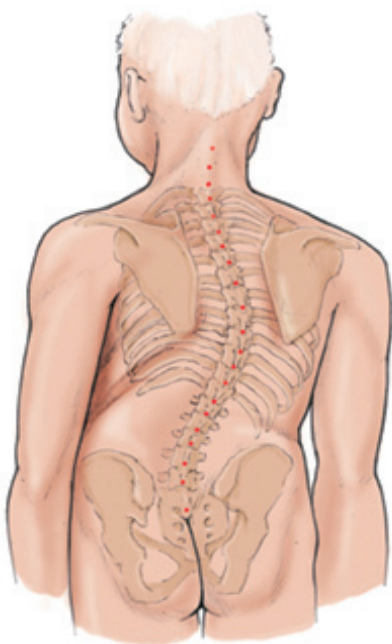
### Funktions-und Bewegungsprüfungen

· Der Vorneigetest ist ein einfaches Untersuchungsverfahren, um die Verdachtsdiagnose „Skoliose“ zu stellen. Bei diesem Test beugt der Patient den nackten Oberkörper nach unten. Der Untersucher betrachtet dann den Rücken von vorn und von hinten. Normalerweise ist der Rücken seitengleich hoch ausgebildet. Beim Vorliegen einer thorakalen Skoliose (Verkrümmung der Wirbelsäule im Brustwirbelbereich) kann eine auffällige Vorwölbung des Rückens auf einer Seite („Rippenbuckel“) und eine deutliche Abflachung auf der anderen Seite zu erkennen sein („Rippental“). Bei einer Skoliose, die ihre Krümmung im Bereich der Lendenwirbelsäule zeigt (lumbale Skoliose), findet sich ein auffälliger Lendenwulst.

### Erklärung am Beispiel einer „rechtskonvexen thorakalen Skoliose“:

Das Bild zeigt den Rücken eines Patienten, der Verlauf der Wirbelsäule ist gestrichelt markiert. Man sieht, dass die Wirbelsäule im Bereich der Brustwirbelsäule („thorakal“) von hinten gesehen bogig nach rechts-außen („rechts konvex“) verformt ist.

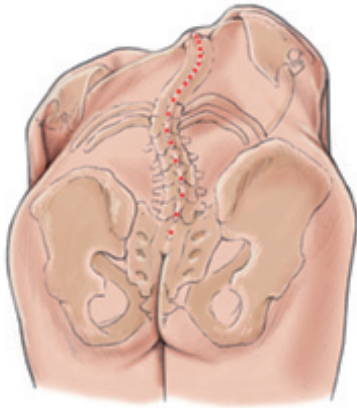
• Rechtskonvexe Skoliose



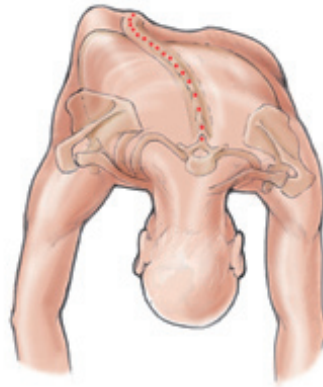
• Rechtskonvexe Skoliose



- Rippenbuckel und Rippental bei rechtskonvexer Skoliose im Vorneigetest, von hinten gesehen



- Rippenbuckel und Rippental bei rechtskonvexer Skoliose im Vorneigetest, von vorne gesehen



- Brustkorb mit Brustwirbelsäule, von hinten



Im Bereich der Brustwirbelsäule sind die Rippen des Brustkorbs mit den Wirbeln verbunden. Der Rippenbuckel entsteht bei der thorakalen Skoliose dadurch, dass die Seitverkrümmung und die Torsion (Verdrehung) der Wirbel den knöchernen Brustkorb so deformieren, dass auf der nach außen gebogenen Seite der Skoliose („Konvexeite“) der Rippenbuckel und auf der Gegenseite („Konkavseite“) das Rippental entsteht.

Liegt eine Skoliose im Bereich der Lendenwirbelsäule vor (lumbale Skoliose), kann im Vorneigetest der so genannte Lendenwulst erkennbar sein. Diese Vorwölbung auf der Konvexeite der lumbalen Skoliose wird ebenfalls durch die Torsion der Wirbel verursacht, die zu einer Vorwölbung der paraspinalen Muskulatur und damit zum sichtbaren Lendenwulst beim Vorwärtsneigen führt.

#### • Messung des Rippenbuckels nach Götze

Der Rippenbuckel wird hierbei am weit nach vorne geneigten Patienten gemessen. Man bestimmt die maximale Höhendifferenz zwischen Rippenbuckel und Rippental, wobei der höchste Punkt des Buckels und der tiefste Punkt des Rippentals die Messpunkte sind. Eine bestehende Beinlängendifferenz wird vor der Messung durch Brettchen ausgeglichen.

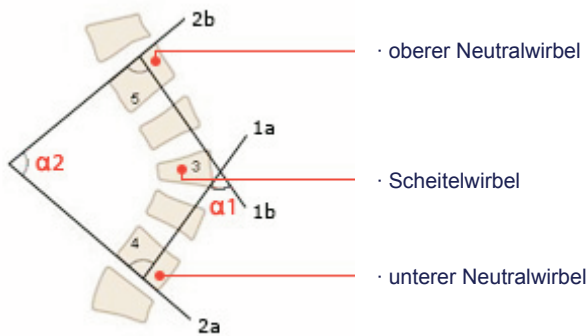
#### • Skoliometer (Inclinometer)

Mit diesem Gerät kann die Krümmung der Wirbelsäule ohne Strahlenbelastung ausgemessen werden, es ist zur Verlaufskontrolle gut geeignet. Der mit dem Skoliometer gemessene Krümmungsgrad lässt Rückschlüsse auf den Cobb-Winkel zu, der im Röntgenbild ausgemessen wird.

#### • Bestimmung des Skoliosewinkels nach Cobb

Das Ausmaß der Seitabiegung bei der Skoliose wird an einer Wirbelsäulenganzaufnahme im Stehen bestimmt. Hierbei werden an den Scheitelwirbel (3) eine Vertikale (Senkrechte) (1a) zur Ebene der Grundplatte (2a) des unteren Neutralwinkels (4) und eine Vertikale (1b) zur Ebene der Deckplatte (2b) des oberen Neutralwinkels (5) gezogen. Der Schnittpunkt der beiden Vertikalen ergibt den Winkel  $\alpha_1$  der Seitabweichung (Skoliosewinkel). Der Winkel  $\alpha_2$  des Schnittpunkts der Ebenen des unteren und oberen Neutralwinkels entspricht ebenfalls dem Skoliosewinkel (identischer Wechselwinkel). Häufig liegt dieser Schnittpunkt jedoch außerhalb des angefertigten Röntgenbilds, weshalb man sich des korrespondierenden Winkels  $\alpha_1$  bedient.

• Skoliosewinkelbestimmung nach Cobb

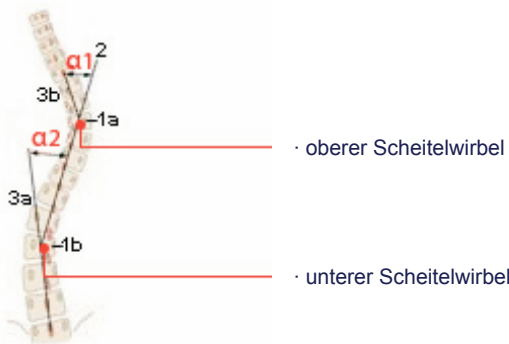


• Bestimmung des Krümmungswinkels nach Ferguson

Die Bestimmung der Krümmungswinkel nach Ferguson ist aufwändiger und wird im Gegensatz zur Cobb-Messung seltener angewendet. Als Messpunkte werden die Mittelpunkte des oberen (1a) und unteren (1b) Scheitelwirbels herangezogen, die durch eine Gerade (2) verbunden werden.

Die Mittelpunkte der Wirbel unterhalb und oberhalb der Scheitelwirbel werden durch je eine Gerade (3a, 3b) verbunden. Die Schnittpunkte dieser Geraden mit der Geraden 2 ergeben die Krümmungswinkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$ .

• Krümmungswinkelbestimmung nach Ferguson



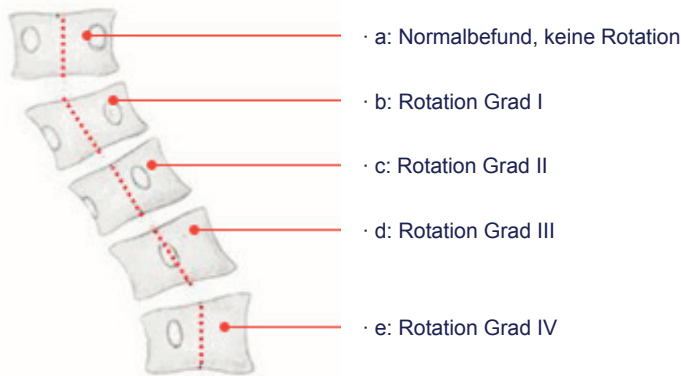
Die genannten Messmethoden sind zwar neuen Computer-gestützten Verfahren in der Genauigkeit unterlegen, sie können aber ohne großen Aufwand und kostengünstig durchgeführt werden.

• Rotationsbestimmung nach Nash/Moe

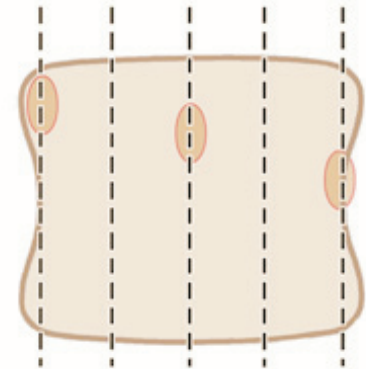
Mit dieser Methode bestimmt man das Maß der Rotation (Verdrehung) der skoliotischen Wirbelsäule. Auf der Röntgenaufnahme werden die Positionen der Bogenwurzeln in Relation zum Wirbelkörper beurteilt, wodurch 4 Rotationsgrade bestimmt werden können:

- a: Normalbefund, keine Rotation
- b: Rotation Grad I
- c: Rotation Grad II
- d: Rotation Grad III
- e: Rotation Grad IV

• Krümmungswinkelbestimmung nach Nash/Moe



• konvexseitig      konkavseitig



• Rotationsbestimmung nach Raimondi

Diese Methode der Rotationsermittlung wird ebenfalls am Röntgenbild durchgeführt. Als Messpunkte werden in der Frontalaufnahme die rechte und linke Seitenbegrenzung des Wirbels und der Mittelpunkt der konvexseitigen Bogenwurzel benötigt. Mit diesen Messpunkten errechnet man die Breite des Wirbels (x) und den Abstand der Mittellinie der konvexseitigen Bogenwurzel zum konvexseitigen Wirbelkörperend (y). Die gemessenen Werte werden in Millimeter angegeben, über die Zuordnung der gemessenen x- und y-Werte kann man aus einer Tabelle die entsprechende Gradzahl der Wirbelrotation ablesen.

• Rotationsbestimmung durch Messschablonen

B. Drerup und Perdiolle haben verschiedene Schablonen entwickelt, mit denen man das Maß der Rotation des einzelnen Wirbels bestimmen kann.

• Messung der Wirbelsäulenbeweglichkeit nach der Neutral-Null-Methode, bei der die Beweglichkeitsmaße nach einem standardisierten Verfahren für Vorneigen (Flexion), Rückneigung (Extension), Seitneigung und Rotation (Drehung) gemessen werden.

• Finger-Boden Abstand (FBA)

Hierbei wird der Abstand der Fingerspitzen vom Boden beim Vorbeugen mit gestreckten und Armen gemessen. Der Abstand lässt einen Rückschluss über die Beugungsfähigkeit (Flexion) der Wirbelsäule zu.

• Schober Zeichen

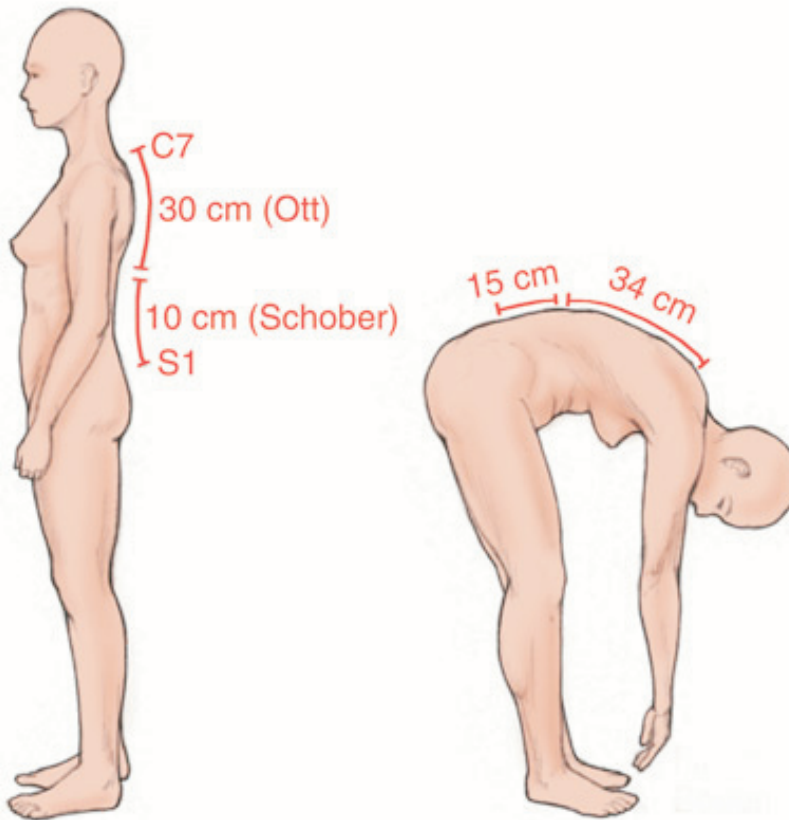
Messung für die Entfaltbarkeit der Lendenwirbelsäule. Im Stehen wird von S1 die Wirbelsäule 10 cm nach oben markiert. Bei maximaler Rumpfbeugung verlängert sich die Strecke um ca. 5 cm

• Ott-Zeichen

Messung für die Entfaltbarkeit der Brustwirbelsäule

Von C7 wird die Wirbelsäule 30 cm nach unten markiert. Bei maximaler Beugung des Rumpfes verlängert sich die Strecke um ca. 3 cm.

- Schober- und Ott Zeichen. Finger-Boden Abstand



### Bestimmung der Skelettreife

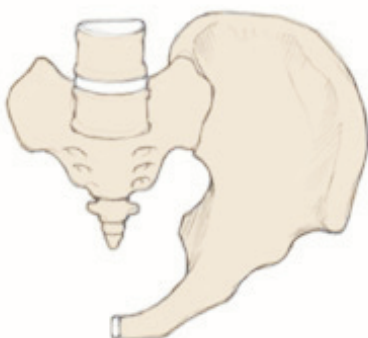
Die Bestimmung des Skeletalters ist für die Beurteilung des weiteren Fortschreitens einer bestehenden Wirbelsäulendeformität von Bedeutung.

- Risser-Zeichen

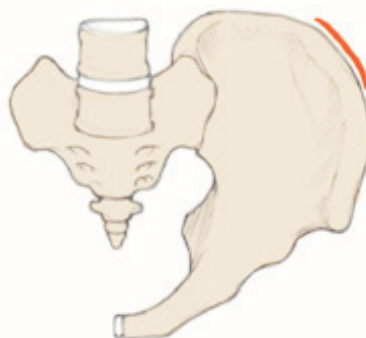
Die Beckenkämme werden in einer Röntgenaufnahme dargestellt, je nach Ausprägung der Verknöcherung der Beckenkammaphysen kann auf das weitere Skelettwachstum geschlossen werden. Es gibt die Stadien 0-5, wobei „Risser, Stadium 5“ bedeutet, dass die Apophysen des Beckenkamms komplett verknöchert sind und damit das Wachstum abgeschlossen ist.

Beurteilung des Skeletalters nach Risser, Stadium 0-5

- Stadium 0

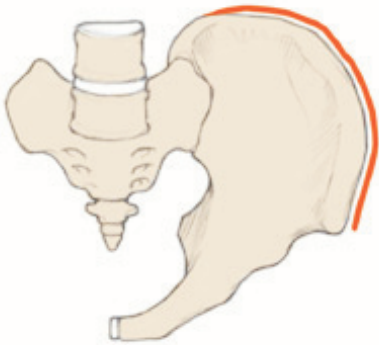


- Stadium 1

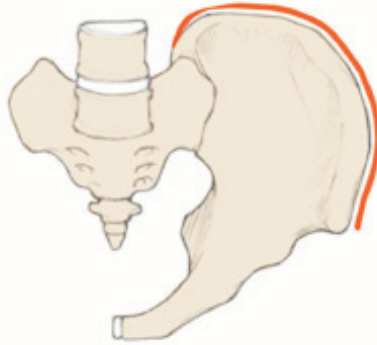




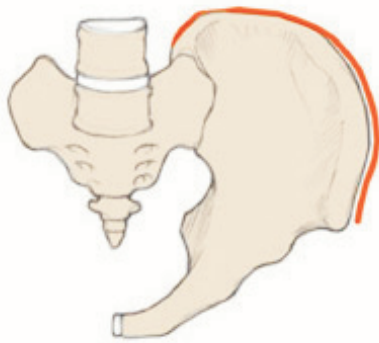
• Stadium 2



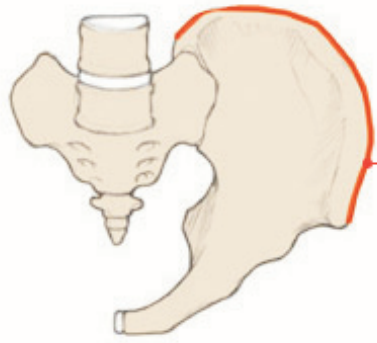
• Stadium 3



• Stadium 4



• Stadium 5



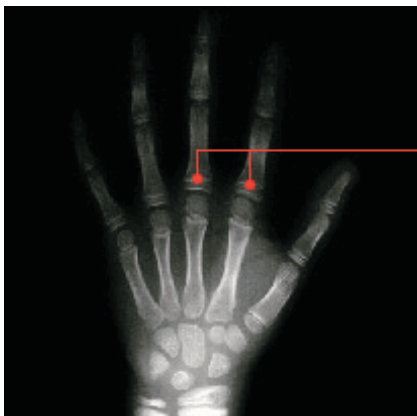
· zunehmende Verknöcherung der Apophysen des Beckenkamms

• Beurteilung des Skelettwachstums nach Greulich und Pyle

In den ap Röntgenaufnahmen der Hand kann der Zustand der Verknöcherung der Epiphysen des Handskeletts beurteilt werden.

Greulich und Pyle haben einen Atlas verfasst, mit dessen Hilfe das Knochenalter bestimmt werden kann. Der unterschiedlich fortgeschrittene Verschluss der Epiphysen des Handskeletts ermöglicht die Bestimmung des weiteren Wachstums.

• Beurteilung des Skelettwachstums nach Greulich und Pyle



· Epiphysen

- Fotodokumentation zur Verlaufsdokumentation

- 3D-Rasterstereografie (z.B. Formetric, Moiré-Topografie oder ISIS)

Mit Hilfe dieser Methoden kann ohne Strahlenbelastung eine dreidimensionale statische und dynamische Ausmessung der Wirbelsäule durchgeführt werden.

Da diese Verfahren ohne Röntgenstrahlen auskommen, sind sie bei der Verlaufskontrolle kindlicher und jugendlicher Skoliosen besonders geeignet.

### Röntgendiagnostik

- konventionelles Röntgen

Bei sämtlichen konventionellen Röntgenaufnahmen ist zu bedenken, dass es sich um zweidimensionale Aufnahmen handelt, weshalb es durch die zusätzlich bestehende Rotation der Wirbel zu einem Summationseffekt in der Röntgenaufnahme kommt.

Trotz der Strahlenbelastung, die dem Patienten bei konventionellen Röntgenaufnahmen zugemutet werden müssen, sind diese Aufnahmen erforderlich, um folgende Informationen zu erhalten:

- Erhebung des aktuellen Befunds (Status)
- Verlaufsbeobachtung
- Erstellung der Behandlungsstrategie
- Dokumentation des Krümmungskorrektur bei konservativer Behandlung oder nach einem operativen Eingriff

- Wirbelsäulenganzaufnahmen im Stehen in frontaler und seitlicher Ebene. Diese Aufnahmen dienen zur Darstellung und Ausmessung von Wirbelsäulendeformitäten in der Frontalebene (Skoliosekrümmung) und zur Beurteilung des sagittalen (seitlichen) Profils der Wirbelsäule (Beurteilung der Lordose und Kyphose). Die Aufnahmen sollten immer auf einer langen Platte und nicht durch zwei zusammengesetzte Aufnahmen erfolgen, da bei den zusammengesetzten Bildern die Röntgenebenen häufig nicht identisch sind und dadurch die Beurteilung fehlerhaft werden kann. Eine eventuell bestehende Beilängendifferenz sollte vor der Aufnahme mit Brettchen ausgeglichen werden, wodurch eine Kippstellung des Beckens vermieden werden soll und das Becken besser horizontal eingestellt werden kann.

- Wirbelsäulenganzaufnahmen ap in Extension (Cotrel oder Haloextensionsgerät)

Mit dieser Aufnahmetechnik (Traktionsaufnahmen) wird die Aufrichtbarkeit der bestehenden Seitabweichung bei Skoliose bestimmt, wobei durch ein Extensionsgerät Längszug auf die Wirbelsäule ausgeübt wird.

- Bending Test

Diese Röntgenaufnahmen werden auch Umkrümmungsaufnahmen genannt. Am liegenden Patienten wird die verkrümmte Wirbelsäule durch manuellen Druck „umgekrümmt“. Die Aufnahme in maximal möglicher Umkrümmung ermöglicht eine Aussage über die Rigidität (Starrheit) der bestehenden Seitabwiegung, das heißt, man kann erkennen, ob Seitabweichungen der Wirbelsäule spontan zu korrigieren oder bereits fixiert sind.

Die Aufrichtung der Wirbelsäule, die sich durch das passive Bending erreichen lässt, kann nach folgender Formel in Prozent ausgedrückt werden:

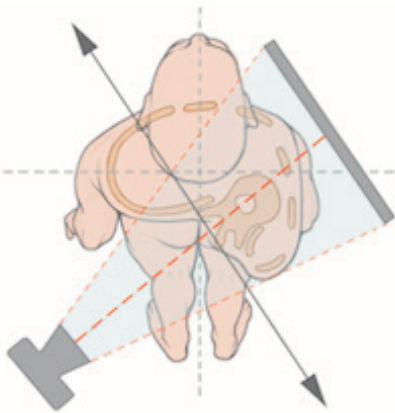
**Krümmungsaufrichtung in % =**  $\frac{\text{Krümmungswinkel der Stehendaufnahme} - \text{Krümmungswinkel der Bendingaufnahme}}{\text{Krümmungswinkel der Stehendaufnahme}} \times 100$

Beispiel: Krümmungswinkel der Stehendaufnahme = 60°  
 Krümmungswinkel der Bendingaufnahme = 40°

Berechnung: 
$$(60^\circ - 40^\circ) \times \frac{100}{60} = \frac{2000}{60} = 33,33 \%$$

Die seitliche Achsabweichung kann in diesem Beispiel um 33,33 % durch das passive Bending aufgerichtet werden.

- Röntgen in der Wahlebene nach Stagnara, plan d'élection  
Stagnara verbesserte die radiologische Beurteilung der Kyphoskoliosen durch Einführung einer speziellen Schrägaufnahme, bei der die Röntgenkassette parallel zur medianen Fläche des Rippenbuckels ausgerichtet wird („plan d'élection“).
- Stagnara, plan d'élection



- Computertomographie/Kernspintomographie  
Diese Computergestützten Schichtbildtechniken bieten eine gute Beurteilung der Knochen- und Weichteilsituation und ermöglichen die räumliche Darstellung der Wirbelsäulendeformität über eine dreidimensionale Rekonstruktion.  
Dieser Untersuchungsmethoden bedient man sich bei dem Verdacht auf das Vorliegen einer kongenitalen (angeborenen) Skoliose und bei nicht stehfähigen Patienten.
- Lungendiagnostik  
Mit der Spirometrie wird die Vitalkapazität der Lunge gemessen. Über den ermittelten Wert erhält man eine Aussage darüber, ob eine bestehende Deformität des Brustkorbs durch die Skoliose bereits zu einer Beeinträchtigung der Lungenfunktion geführt hat.