

Aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie  
der Universität zu Köln  
Direktor\*in: Universitätsprofessor Dr. med. P. Eysel

# **Adoleszente idiopathische Skoliose – Risikofaktoren für eine verspätete Diagnostik und Einfluss des Diagnosezeitpunktes auf Therapieerfolg und Krankheitsverlauf**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde  
der Medizinischen Fakultät  
der Universität zu Köln

vorgelegt von  
Svenja Erdmann  
aus Sangerhausen

promoviert am 10. März 2025

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln

Druckjahr 2025

Dekan: Universitätsprofessor Dr. med. G. R. Fink

1. Gutachter: Professor Dr. med. M. Scheyerer

2. Gutachter: Professor Dr. med. J. Siewe

## Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Dissertationsschrift ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskriptes habe ich Unterstützungsleistungen von folgenden Personen erhalten:  
Frau Tugba Kapanci (Beratung bei der statistischen Auswertung)

Weitere Personen waren an der Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe einer Promotionsberaterin/eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertationsschrift stehen.

Die Dissertationsschrift wurde von mir bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Patientendaten wurde von mir und Frau Debora Plum während der Skoliosesprechstunde der Orthopädie und Unfallchirurgie der UKK erhoben. Die Erstellung der Patientenfragebögen erfolgte durch Frau Plum. Die Auswertung der Daten erfolgte von beiden Doktorandinnen separat unter Betrachtung verschiedener Gesichtspunkte. Die statistische Auswertung meiner Daten erfolgte durch mich mit Beratung durch Frau Tugba Kapanci.

## Erklärung zur guten wissenschaftlichen Praxis:

Ich erkläre hiermit, dass ich die Ordnung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten (Amtliche Mitteilung der Universität zu Köln AM 132/2020) der Universität zu Köln gelesen habe und verpflichte mich hiermit, die dort genannten Vorgaben bei allen wissenschaftlichen Tätigkeiten zu beachten und umzusetzen.

Köln, den 09.09.2024

Unterschrift: .....

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich allen beteiligten Personen danken, die mich bei der Anfertigung meiner Dissertation unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. Scheyerer für die Betreuung bei der Umsetzung meiner Arbeit.

Außerdem möchte ich mich bei Frau Debora Plum für die gute Zusammenarbeit und die Unterstützung bei der Themenfindung bedanken.

Des Weiteren möchte ich Frau Kapanci meinen Dank aussprechen, ich mich bei Fragestellungen der statistischen Auswertung unterstützt hat.

Meinen Eltern danke ich für ihren unermüdlichen Zuspruch während des Studiums und der Arbeit an dieser Dissertation.

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>                                         | <b>6</b>  |
| <b>1. ZUSAMMENFASSUNG</b>                                            | <b>7</b>  |
| <b>2. EINLEITUNG</b>                                                 | <b>10</b> |
| 2.1. Idiopathische Skoliose                                          | 10        |
| 2.1.1. Klassifikation der idiopathischen Skoliose                    | 11        |
| 2.1.2. Ursachen der idiopathischen Skoliose                          | 11        |
| 2.1.3. Progression der idiopathischen Skoliose                       | 11        |
| 2.1.4. Folgen bei verspäteter bzw. nicht erfolgter Therapie          | 12        |
| 2.2. diagnostisches Vorgehen bei idiopathischer Skoliose             | 13        |
| 2.3. Skoliosescreening in Deutschland                                | 15        |
| 2.4. Therapie der idiopathischen Skoliose                            | 16        |
| 2.4.1. Konservative Therapieverfahren                                | 16        |
| 2.4.2. Operatives Vorgehen                                           | 18        |
| 2.5. Fragestellungen und Ziel der Arbeit                             | 19        |
| <b>3. METHODEN</b>                                                   | <b>22</b> |
| 3.1. Patient*innenkollektiv                                          | 22        |
| 3.2. Durchführung                                                    | 22        |
| 3.3. Statistische Analyse                                            | 26        |
| <b>4. ERGEBNISSE</b>                                                 | <b>28</b> |
| 4.1. Vorbemerkungen                                                  | 28        |
| 4.2. Charakteristika des Patient*innenkollektivs                     | 28        |
| 4.3. Zeitraum zwischen Erstentdeckung und fachärztlicher Diagnostik  | 29        |
| 4.4. Vergleich der Patient*innengruppen bezüglich sozialer Faktoren  | 30        |
| 4.5. Beschreibung des Patient*innenkollektivs anhand der Cobb-Winkel | 35        |
| <b>5. DISKUSSION</b>                                                 | <b>38</b> |
| 5.1. Diskussion der Hypothesen                                       | 38        |
| 5.2. Diskussion weiterer Ergebnisse                                  | 41        |

|        |                                                         |    |
|--------|---------------------------------------------------------|----|
| 5.3.   | Konsequenzen der Ergebnisse für die aktuelle Diagnostik | 43 |
| 5.4.   | Sollte ein Screening in Deutschland eingeführt werden?  | 44 |
| 5.5.   | Limitationen der Arbeit                                 | 46 |
| 6.     | LITERATURVERZEICHNIS                                    | 48 |
| 7.     | ANHANG                                                  | 57 |
| 7.1.   | Abbildungsverzeichnis                                   | 57 |
| 7.2.   | Tabellenverzeichnis                                     | 58 |
| 7.3.   | verwendete Fragebögen                                   | 59 |
| 7.3.1. | Baseline Fragebogen                                     | 59 |
| 7.3.2. | Follow-Up-Fragebogen                                    | 64 |
| 7.3.3. | Formblatt Einverständniserklärung Erziehungsberechtigte | 69 |

## **Abkürzungsverzeichnis**

|     |                                    |
|-----|------------------------------------|
| AIS | adoleszente idiopathische Skoliose |
| BWS | Brustwirbelsäule                   |
| M   | Mittelwert                         |
| N   | Anzahl                             |
| SD  | Standardabweichung                 |
| UKK | Uniklinik Köln                     |

## 1. Zusammenfassung

Die Wichtigkeit einer frühen Diagnosestellung und eines zeitgerechten Therapiebeginns für den Therapieerfolg bei adoleszenter idiopathischer Skoliose wird in der Literatur vielerorts betont. Gleichzeitig stellen einige Autor\*innen fest, dass es nicht selten zu einer verzögerten Diagnostik und Therapie kommt, mit den entsprechenden negativen Auswirkungen auf das Outcome der Patient\*innen. Dabei wurde bisher der Einfluss von sozialen Faktoren auf den Therapiezeitpunkt und die Entwicklung des Cobb-Winkels kaum beleuchtet.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es somit, Faktoren zu identifizieren, die sich auf den Zeitpunkt der Diagnostik und Therapie von adoleszenter idiopathischer Skoliose auswirken und zu Verzögerungen führen. Durch diese Ergebnisse sollten idealerweise Konsequenzen für das aktuell durchgeführte Screening, z.B. im Sinne einer gezielteren Untersuchung der identifizierten Risikogruppen, gezogen und der Therapieerfolg für die Patient\*innen verbessert werden.

Die Datenerhebung erfolgte mithilfe einer prospektiven Beobachtungsstudie mittels standardisierter Fragebögen im Rahmen der ambulanten Skoliosesprechstunde der Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie der Uniklinik Köln (UKK) im Zeitraum von September 2016 bis August 2019. Insgesamt enthält die Studie Daten von 177 Patient\*innen im Alter zwischen 7 und 17 Jahren. Die Patient\*innen für die Studie wurden im Rahmen der wöchentlichen Skoliosesprechstunde der orthopädischen Poliklinik rekrutiert und füllten den für diese Arbeit erstellten Fragebogen aus. Durch die/den behandelnde/n Ärztin/Arzt erfolgten die Erfassung des Cobb-Winkels und des Risser-Stadiums anhand der in der Sprechstunde durchgeführten Röntgenaufnahmen. Bei jedem erneuten Besuch der Sprechstunde durch die Patient\*innen der Studie wurden Follow-Up Daten erfasst. Es erfolgte die Einteilung der Patient\*innen in zwei Gruppen anhand des Risser-Stadiums bei Zeitpunkt der Erstdiagnose. Diese Gruppen wurden dann bezüglich sozialer Faktoren und Therapieoutcome verglichen. Bei Vorliegen eines Risser-Stadiums von 3-5 bei Erstdiagnose wurden die Patient\*innen als zu spät diagnostiziert klassifiziert. Der Anteil dieser betrug 49,3%, was die Grundhypothese der Arbeit, dass viele Patient\*innen mit AIS zu spät diagnostiziert werden, bestätigte. Bei den Patient\*innen, die mit Risser 0-2 diagnostiziert wurden, fand nur bei 8,2% eine Zunahme des Cobb-Winkels im Beobachtungszeitraum statt und bei 83,6% konnte der Cobb-Winkel reduziert werden, bei den Patient\*innen mit Risser 3-5 dagegen nahm bei 40% der Cobb-Winkel zu und nur bei 30% konnte er durch die Therapie verbessert werden. Bei den früher diagnostizierten Patient\*innen konnte also häufiger eine Progression der AIS durch die Therapie verhindert werden und es hat häufiger eine Verbesserung des Cobb-Winkels stattgefunden. Bei 60% der spät diagnostizierten Patient\*innen konnte allerdings durch eine adäquate Therapie auch eine

## 1. Zusammenfassung

Progredienz des Cobb-Winkels verhindert bzw. sogar eine Verringerung erzielt werden. Somit ist eine Skoliotherapie auch bei Patient\*innen mit Risser  $\geq 3$  noch sinnvoll.

Der Anteil der Mütter und Väter mit Abitur und akademischen Abschluss war bei den Patient\*innen mit Risser 0-2 höher. Der Bildungsstand der Patient\*innen selbst hatte keinen eindeutigen Einfluss. Ein höherer Bildungsstand der Eltern führt also dazu, dass die Patient\*innen früher diagnostiziert werden. Außerdem war bei den spät diagnostizierten Patient\*innen der Anteil an Jugendlichen, die nur mit einem Elternteil leben, höher. Die familiäre Situation kann also als Einflussfaktor für den Diagnosezeitpunkt herangezogen werden.

Weiterhin war in der früh diagnostizierten Gruppe der Anteil an Patient\*innen mit familiärer Disposition etwa 10% höher als in der spät diagnostizierten Gruppe.

Der Einfluss eines möglichen Migrationshintergrundes auf den Diagnosezeitpunkt konnte aufgrund zu weniger Patient\*innen aus Familien mit Migrationshintergrund nicht erfasst werden.

Bezüglich der Lebens- und Therapiezufriedenheit im Follow-Up Zeitraum ließen sich zwischen den früh und spät diagnostizierten Patient\*innen keine eindeutigen Unterschiede feststellen.

Fast die Hälfte der Patient\*innen gaben an, dass aus ihrer Sicht die Diagnose der Skoliose zu spät erfolgt sei. Als häufigste Ursache hierfür wurde die Wartezeit auf einen Termin bei der Fachärztin/beim Facharzt angegeben. In beiden Patient\*innengruppen wurde die Skoliose am häufigsten vom Kinderarzt/von der Kinderärztin entdeckt. Am zweithäufigsten wurde die Skoliose durch die Eltern entdeckt und dies durchschnittlich auch später bzw. in einem höheren Risser-Stadium.

Das Geschlecht der Patient\*innen hatte keinen signifikanten Einfluss auf den Diagnosezeitpunkt.

Insgesamt wird also ein hoher Anteil der Patient\*innen zu spät diagnostiziert und dies führt zu einem geringeren Therapieerfolg. Eine adäquate Therapie verbessert jedoch, unabhängig vom Diagnosezeitpunkt, in einem Großteil der Fälle den Cobb-Winkel. Die Lebenssituation der Familie sowie der Bildungsstand der Eltern beeinflussen den Diagnosezeitpunkt. Weitere Faktoren für verspätete Diagnostik sind vor allem externe Faktoren, wie die Suche nach dem richtigen Facharzt/ der richtigen Fachärztin sowie Wartezeiten auf Termine.

Die Ergebnisse dieser Arbeit verdeutlichen nicht nur, wie wichtig eine frühzeitige Diagnostik für das Therapieoutcome der Patient\*innen ist, sondern auch, dass es bestimmte Risikofaktoren für eine verspätete Diagnostik gibt, auf die zukünftig verstärkt zu achten ist. Weiterhin wurden externe Umstände für verspätete Diagnostik aufgezeigt, die nicht von den Patient\*innen beeinflusst werden können und auf die unbedingt mit Maßnahmen von Seiten des Gesundheitssystems reagiert werden sollte. Weiterhin zeigte die Recherche zu dieser

## 1. Zusammenfassung

Arbeit auf, dass die Studienlage bezüglich sozioökonomischer Einflussfaktoren auf den Diagnosezeitpunkt sowie zur Kosten-Nutzen-Abwägung der Einführung eines Skoliose-Screenings in Deutschland unzureichend ist. Ob und inwiefern es noch weitere Einflussfaktoren gibt und inwieweit die Einführung eines standardisierten Screenings für AIS hilfreich und umsetzbar wäre, sollte deshalb in weiteren Studien mit höheren Fallzahlen evaluiert werden.

## 2. Einleitung

Der Begriff Skoliose bezeichnet eine Erkrankung der Wirbelsäule, bei der es zu einer dreidimensionalen Fehlstellung kommt. Das heißt, es kommt zum einen zu einer Seitabweichung der Wirbelsäulenachse sowie häufig zu einer Abweichung des sagittalen Wirbelsäulenprofils. Zum anderen können Fehlrotationen der einzelnen Wirbelkörper auftreten (12, 75, 77). Diese Arbeit bezieht sich auf die strukturelle Skoliose. Die funktionelle Skoliose, die durch sekundäre Ursachen wie etwa eine Beinlängendifferenz eine asymmetrische Haltung verursacht und damit im Gegensatz zur strukturellen Skoliose bei Therapie der zugrunde liegenden Ursache reversibel ist, wird hier nicht thematisiert (61).

Die Prävalenz der strukturellen Skoliose allgemein lässt sich mit 0,2 % bis 6 % angeben (9, 39, 75). Allgemein spricht man erst ab einem Cobb-Winkel von 10° von einer Skoliose, bei Kurven unter 10° liegt eher eine skoliotische Fehlhaltung vor (12, 39, 61). Skoliosen treten bei Mädchen ungefähr 1,5 bis 3,5 mal häufiger auf als bei Jungen (33, 48, 73, 75). Je nach Ätiologie und Erkrankungsalter lassen sich drei Formen der Skoliose unterscheiden:

- Die kongenitale Skoliose ist angeboren und auf eine Fehlbildung einzelner Wirbel während der Embryonalentwicklung zurückzuführen. Hierbei werden entweder Wirbelteile nicht vollständig ausgebildet oder es kommt zu Segmentationsstörungen von Wirbeln. Ursachen sind zum einen (unter anderem toxische) Schädigungen des Embryos während der Schwangerschaft aber auch eine genetische Disposition. Im Rahmen der kongenitalen Skoliose lassen sich weitere assoziierte Fehl- bzw. Missbildungen, wie beispielsweise Herzfehler oder Extremitätenlängsdefekte bei Neugeborenen feststellen (32).
- Die neuromuskuläre Skoliose wird durch neuromuskuläre Erkrankungen unterschiedlicher Genese hervorgerufen, wie beispielsweise Rückenmarksverletzungen, Cerebralparesen oder Muskeldystrophien. Durch die Dysfunktion der Nerven bzw. der Muskeln kommt es zu einer Dysbalance der Muskulatur, was die Rumpfstabilisation stark beeinträchtigt. Diese Form der Skoliose zeichnet sich durch eine hohe Progredienz aus, auch nach Wachstumsabschluss (55).
- Die idiopathische Skoliose - die hier vorliegende Arbeit fokussiert sich auf diese Skolioseform, daher wird im Folgenden detaillierter darauf eingegangen.

### 2.1. Idiopathische Skoliose

Die häufigste Skolioseform ist mit 80 – 90 % der Fälle die idiopathische Skoliose (14, 48, 61). Sie ist als eine Skoliose definiert, bei der die spezifische Ursache unbekannt ist und bei der die Deformität nicht durch eine bestimmte Erkrankung verursacht wird. Sie kann also als Ausschlussdiagnose gestellt werden, wenn keine spezifische Ursache zu finden ist (61). Bei

## 2. Einleitung

den meisten idiopathischen Skoliosen sind Mädchen mit thorakalen rechtskonvexen Krümmungen betroffen (48,52).

### 2.1.1. Klassifikation der idiopathischen Skoliose

Je nach Alter des Kindes bei Auftreten der Skoliose unterscheidet man hier erneut drei Formen:

- Die infantile Skoliose tritt in einem Alter von 0-3 Jahren mit einer Prävalenz von circa 1% auf.
- Die juvenile Skoliose tritt im Alter von 4-10 Jahren auf und ist im Gegensatz zur infantilen Skoliose, die häufig eine spontane Regression zeigt, oft progredient.
- Die häufigste Form der idiopathischen Skoliose, auf der auch der Fokus dieser Arbeit liegt, ist in bis zu 90% der Fälle die Adoleszentenskoliose (AIS), die bei Jugendlichen in einem Alter von 11-18 Jahren auftritt (9, 12, 39, 48, 73).

Anhand der im Röntgenbild lokalisierten Hauptkrümmung lassen sich hoch-thorakale Skoliosen oberhalb des 6. Brustwirbels, Thorakalskoliosen mit einem Scheitelwirbel zwischen dem 6. und 12. Brustwirbel, Thorakolumbalskoliosen mit dem 12. Brust- oder 1. Lendenwirbel als Scheitelwirbel sowie Lumbalskoliosen mit Scheitelwirbel unterhalb des 1. Lendenwirbels unterscheiden (12).

### 2.1.2. Ursachen der idiopathischen Skoliose

Die genaue Ätiologie der idiopathischen Skoliose steht bisher nicht eindeutig fest. Es wird jedoch von einer multifaktoriellen Genese ausgegangen, bei der sowohl genetische als auch viele andere Faktoren, wie beispielsweise biomechanische Komponenten und Umweltfaktoren sowie Störungen des Skelettwachstums und des hormonellen, neuronalen und metabolischen Systems, eine Rolle spielen könnten (6, 14, 61, 73, 77, 86). Als sichere Ursache lässt sich wohl die genetische Determination benennen, da circa 30% der Patient\*innen mit idiopathischer Skoliose eine positive Familienanamnese aufweisen (9, 52, 75). Dabei konnte die spezifische genetische Ursache noch nicht eindeutig bestimmt werden, vermutlich führt sie aber zu einer Störung der Neuroregulation (12). Es kommt zu einem ungleichmäßigen Wachstum der ventralen und dorsalen Anteile der Wirbelkörper. Durch das im Vergleich zum dorsalen Wachstum verstärkte ventrale Wachstum kommt es zur zunehmenden Lordosierung in der BWS und einer Seitabweichung der Wirbel (62).

### 2.1.3. Progression der idiopathischen Skoliose

Der Verlauf einer idiopathischen Skoliose kann je nach Patient\*in individuell sein, abhängig von deren/dessen Alter, Risser Stadium, Geschlecht und initialem Cobb-Winkel (47, 48, 77, 92). Die größte Progression findet allgemein während der Phasen statt, in denen

Wachstumsschübe auftreten (16, 47, 73, 91). Je höher das noch vorhandene Wirbelsäulenrestwachstum ist, desto höher ist das Progressionsrisiko (22). Daher ist während der Pubertät mit einer Progression der Krümmung zu rechnen. Diese startet bei Mädchen in einem Alter von circa 11 Jahren, bei Jungen ungefähr mit 13 Jahren. Bei nahezu 90% der Patient\*innen, bei denen später eine operative Versorgung notwendig war, verschlechterten sich die Kurven während der Pubertät deutlich. Vor allem Skoliosen mit einem Cobb-Winkel von über 30° bei Einsetzen der Pubertät zeigen in der Regel eine deutliche Verschlechterung während der Pubertät mit einem Progressionsrisiko von 90% und erfordern dann häufig eine Operation (12, 15). Auch bei präpubertären Patient\*innen mit einem Cobb-Winkel zwischen 20° und 30° bestand noch immer ein Progressionsrisiko von 68% (77, 92). Deshalb ist es wichtig, das Risser-Stadium der Patient\*innen zu erfragen, da das Risser-Stadium 0 ungefähr während der ersten Zwei-Drittel des pubertären Wachstums besteht, in welchen auch mit dem höchsten Progressionsrisiko zu rechnen ist. Bei Mädchen ist zudem der Zeitpunkt relevant, in dem die Menarche eingesetzt hat, da ungefähr zwei Jahre nach Einsetzen der Menarche meist kaum bzw. kein Restwachstum zu erwarten ist (22, 45, 91). Nach abgeschlossenem Skelettwachstum sinkt in der Regel das Progressionsrisiko (12).

Zusammenfassend ist das Progressionsrisiko bei AIS am höchsten bei Mädchen vor Einsetzen der Menstruation während des pubertären Wachstumsschubs (28). Daher ist es wichtig, Skoliosen so früh wie möglich zu diagnostizieren und die Skoliosen von Patient\*innen mit hohem Progressionsrisiko entsprechend engmaschig zu kontrollieren und adäquat zu therapieren. Eine frühzeitige Diagnosestellung und Therapie kann das Progressionsrisiko und somit die Wahrscheinlichkeit, dass eine OP-Indikation erreicht wird, senken. Außerdem kann so das langfristige Outcome der/des Patient\*in verbessert werden (61, 72, 91).

### **2.1.4. Folgen bei verspäteter bzw. nicht erfolgter Therapie**

Wird die Skoliose nicht bzw. zu spät, also bei bereits abgeschlossenem Wachstum, erkannt und therapiert, kann dies langfristige Folgen für die/den Patient\*in haben. Wie gravierend diese sind, richtet sich vor allem nach dem Ausmaß des Cobb-Winkels.

Die AIS kann, insbesondere bei Krümmungen mit einem höheren Ausmaß, zu kosmetischen Beeinträchtigungen führen. Die Patient\*innen, die sich meistens in der Pubertät befinden, fühlen sich verstärkt unwohl in ihrem Körper. Dadurch können bei den Betroffenen psychosoziale Probleme entstehen (75). Payne et al. konnten zeigen, dass Jugendliche mit AIS im Vergleich zu ihren gesunden Altersgenossen mehr suizidale Gedanken und größere Besorgnis über ihre künftige psychische und körperliche Entwicklung sowie die Beziehung zum anderen Geschlecht zeigten (67). Des Weiteren kann es durch die Deformation der Wirbelsäule und zunehmende Degeneration bei den Patient\*innen im Erwachsenenalter zu Rückenschmerzen kommen. Das Risiko dafür steigt mit größeren Cobb-Winkeln an (12, 75,

88). Erwachsene zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr mit unbehandelter idiopathischer Skoliose zeigten im Vergleich zur Kontrollgruppe eine dreifach höhere Prävalenz für chronische Schmerzen (61). Bei Kindern bzw. Jugendlichen mit Skoliose treten Schmerzen dagegen eher selten auf. Vor allem bei Frauen mit Cobb-Winkeln über 40° zeigten sich ein häufigeres Auftreten von Schmerzen und größere Einschränkungen bei der Durchführung körperlicher Aktivitäten als bei Frauen ohne Skoliose bzw. mit einem geringeren Cobb-Winkel (6, 23, 59).

Insbesondere sehr große Verkrümmungen können gesundheitliche Einschränkungen für die Patient\*innen mit sich bringen. Allgemein wurde bei Patient\*innen, die nach Ende des Wachstums Cobb-Winkel von über 50° zeigten, ein hohes Risiko für die Progression der Krümmung von 1° jährlich beobachtet (6, 9, 61, 87, 89). Hochgradige idiopathische Skoliosen mit einem Cobb-Winkel von über 80° können, insbesondere bei ausgeprägten thorakalen Verkrümmungen, ein verringertes Thorakalvolumen und damit eine restriktive Störung der Lungenfunktion hervorrufen (6, 75, 87). Vor allem bei infantilen und juvenilen Skoliosen, die vor dem Schulkindalter auftreten, können stark ausgeprägte Thorakalskoliosen das Thoraxwachstum und die Lungenentwicklung stören. Das kann zu einer reduzierten Lungenfunktion und einer vermehrten Rechtsherzbelastung führen. Zudem kann das Gesamtwachstum beeinträchtigt werden (12, 39, 75). Auch bei AIS geben die Betroffenen mit so stark ausgeprägten Thorakalskoliosen vermehrtes Auftreten subjektiver Atemnot an (9, 12, 87).

Es lässt sich jedoch auch feststellen, dass nicht nur Patient\*innen mit sehr stark ausgeprägten Kurven gesundheitliche Einschränkungen haben. Auch bei moderaten Kurven zwischen 30° und 50° ergibt sich im Erwachsenenalter für die Patient\*innen ein höheres Risiko für gesundheitliche Probleme, Schmerzen und Funktionseinschränkungen und damit verbunden eine niedrigere Lebensqualität (61). Deshalb ist, unabhängig vom Schweregrad der Skoliose, bei allen betroffenen Patient\*innen eine frühzeitige Diagnose nötig, um mithilfe einer frühzeitigen adäquaten Therapie das Risiko für Einschränkungen in Gesundheit und Lebensqualität möglichst gering zu halten.

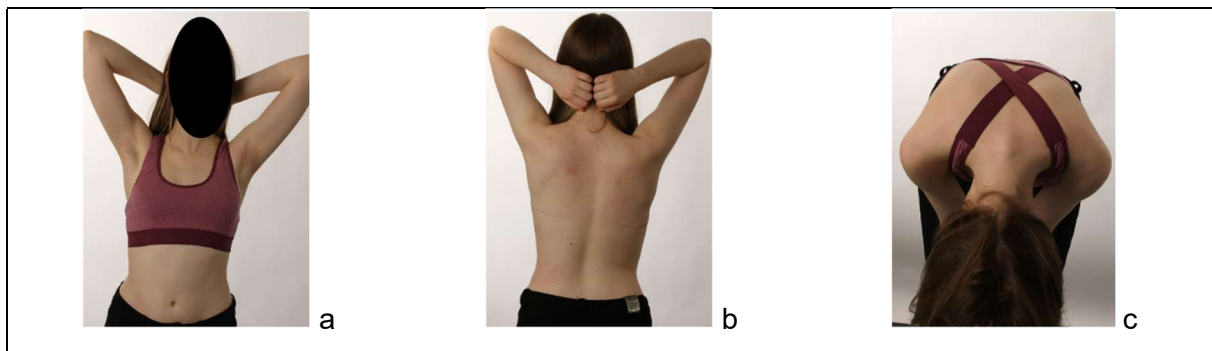
## **2.2. Diagnostisches Vorgehen bei idiopathischer Skoliose**

Die AIS wird meist während der Wachstumsschübe klinisch apparent, daher sollte nach Empfehlung der Scoliosis Research Society in diesem Zeitraum eine Screeninguntersuchung bei Kindern bzw. Jugendlichen durchgeführt werden. Mädchen sind deutlich häufiger betroffen. Bei diesen sollten idealerweise sogar zwei Screenings erfolgen. Da die Ätiologie der AIS, wie bereits erwähnt, eine genetische Komponente hat, sollten bei vermehrtem Auftreten in der Familie die Kinder besonders engmaschig kontrolliert werden. Wird bei einem Kind eine

## 2. Einleitung

Skoliose festgestellt, ist es zudem ratsam, dessen Geschwister ebenfalls daraufhin zu untersuchen (57).

Vor der klinischen Untersuchung ist eine umfassende Anamnese empfehlenswert, insbesondere da die idiopathische Skoliose als eine Ausschlussdiagnose zu stellen ist, wenn keine spezifischen Ursachen bzw. Krankheiten ermittelbar sind. Deshalb ist in der Anamnese neben den evtl. bestehenden Symptomen nicht nur eine Familienanamnese wichtig, sondern es sollten auch eventuelle Voroperationen und -erkrankungen, Traumata und Frakturen sowie neurologische Einschränkungen erfragt werden. Bei Mädchen ist es auch wichtig zu erfassen, ob und wann die Menarche eingesetzt hat, um sich einen besseren Überblick über das mögliche Restwachstum zu verschaffen (9, 49, 61). Nach der Anamnese erfolgt eine Betrachtung des entkleideten Rumpfs. Eventuell auffällige Verzögerungen in der Entwicklung bzw. Fehlbildungen können hier erfasst werden. Klinisch sichtbare Zeichen für das Vorliegen einer Skoliose können eine Asymmetrie der Taillendreiecke oder der Schultern sein. Ebenfalls sollte ein sogenannter Vorneigetest durchgeführt werden (siehe Abb. 1). Während sich das Kind, mit dem Rücken zum Untersucher stehend, nach vorn neigt, können beispielsweise ein Rippenbuckel oder ein Lendenwulst als Hinweis auf eine rotative Komponente der Skoliose auffallen (9, 48, 77). Die Höhenveränderung dieser kann mit einem Winkelmesser nach Pedriolle oder dem Skoliometer nach Götze ermittelt werden und dient vor allem im Verlauf der Beurteilung einer eventuellen Progredienz, da eine Korrelation zwischen dem Cobb-Winkel der Krümmung und dem Ausmaß der Wirbelrotation vorliegt (49).



**Abbildung 1: Thorakalskoliose in Betrachtung im Stand von a) frontal, b) dorsal, c) im Vorneigetest**

Da Schmerzen bei Kindern mit idiopathischer Skoliose eher selten sind, sollte bei Auftreten derer eine weitere Abklärung mittels eines MRTs erfolgen, um eine sekundäre Skoliose auszuschließen (9).

Besteht nach Anamnese und körperlicher Untersuchung der Verdacht, dass eine Skoliose vorliegt, wird ein Röntgen mit Wirbelsäulenganzaufnahmen in zwei Ebenen veranlasst. Am besten steht die/der Patient\*in dabei. Außerdem sollten auf den Röntgenbildern die Darmbeinkämme mit abgebildet sein. Dies erlaubt eine genauere Beurteilung der Skelettreife.

## 2. Einleitung

Je nachdem, wie weit die Darmbeinkammapophyse nach ventral hin ossifiziert ist, kann man eines der fünf Risser-Stadien bestimmen (9, 48). Besser zur Bestimmung des Wachstumsalters eignet sich die Beurteilung der Wachstumsfugen an der nicht dominanten Hand. Dadurch lassen sich Rückschlüsse auf das verbleibende Restwachstum und das Progressionsrisiko der Skoliose ermitteln (48, 71).

Anhand der Wirbelsäulenganzaufnahmen wird der Cobb-Winkel bestimmt. Dazu werden am kranialen und am kaudalen Ende die beiden Wirbelkörper ermittelt, die am stärksten zueinander verkippt sind. Diese werden als Neutralwirbel bezeichnet. Durch die Deckplatte des kranialen und die Grundplatte des kaudalen Wirbels zieht man Linien, an deren Schnittpunkt man den Cobb-Winkel messen kann. Anhand des Cobb-Winkels lässt sich dann eine adäquate Therapie ableiten (48, 61).

### 2.3. Skoliosescreening in Deutschland

Wie bereits erwähnt, sind Skoliosen bei Kindern und Jugendlichen selten schmerzhaft. Es besteht also die Gefahr, dass die Skoliose lange unentdeckt bleibt und erst erkannt wird, wenn sie schon weit fortgeschritten ist. Die Scoliosis Research Society empfiehlt, wie in Abschnitt 2.2. erwähnt, Mädchen zwischen 10 und 12 Jahren zweimal auf Skoliose zu screenen und Jungen einmal zwischen 12 und 13 Jahren. Ein routinemäßig durchgeführtes Screening im Rahmen einer schulärztlichen Untersuchung, wie beispielsweise in Finnland und Schweden durchgeführt, gibt es für die AIS in Deutschland bisher nicht (57). Allerdings können seit 1998 im Rahmen der J1-Untersuchung im niedergelassenen Bereich, die zwischen dem 13. und 14. Lebensjahr erfolgt, Skoliosen bei den Jugendlichen identifiziert werden. Bei der J1-Untersuchung wird dabei durch die/den durchführende/n Kinder- oder Hausärztin/-arzt anamnestisch die Lebenssituation der Patient\*innen erfasst. Es erfolgt eine umfangreiche körperliche Untersuchung, bei der Abweichungen von der normalen Entwicklung, unter anderem auch im Skelettsystem, erkannt werden können. Die Ergebnisse werden auf einem standardisierten Fragebogen erfasst. Im Rahmen der sogenannten KIGGS Studie fand das Robert-Koch-Institut 2011 heraus, dass die am häufigsten durch die J1-Untersuchung entdeckten Erkrankungen Schilddrüsenstörungen und Skoliosen waren. Die Studie geht dabei davon aus, dass ohne das Screening in der J1-Untersuchung die AIS bei vielen Jugendlichen über 11 Jahren unentdeckt bleiben oder erst deutlich später diagnostiziert werden würde (29). Die J1-Untersuchung kann also einen wichtigen Beitrag zur rechtzeitigen Entdeckung und Diagnose der AIS leisten.

### 2.4. Therapie der idiopathischen Skoliose

Das Hauptziel der Therapie bei AIS ist es, eine Progression der Krümmung während des Wachstums und damit verbundene gesundheitliche Probleme im Erwachsenenalter zu verhindern (18). Bei der Wahl der Therapie sollten neben dem Cobb-Winkel auch das verbleibende Restwachstum und das damit verbundene Progressionsrisiko berücksichtigt werden (75). Patient\*innen mit einem Cobb-Winkel von weniger als 10° benötigen initial keine Therapie. Besteht bei diesen jedoch ein hohes Restwachstum bzw. hat die Pubertät noch nicht eingesetzt, sollte allerdings nach einiger Zeit nochmals eine klinische und radiologische Verlaufsbeobachtung durchgeführt werden, um eine mögliche Progression der Verkrümmung frühzeitig entdecken zu können. Patient\*innen mit einem Cobb-Winkel zwischen 10° und 20° können zusätzlich dazu von physiotherapeutischen Maßnahmen, insbesondere nach Schroth, profitieren. Ab einem Cobb-Winkel von 20° empfiehlt sich eine Korsetttherapie und ab einem Winkel von 50° kann ein operatives Verfahren in Erwägung gezogen werden (9, 12, 48, 61). Die einzelnen Therapiemöglichkeiten werden im Folgenden genauer beschrieben.

#### 2.4.1. Konservative Therapieverfahren

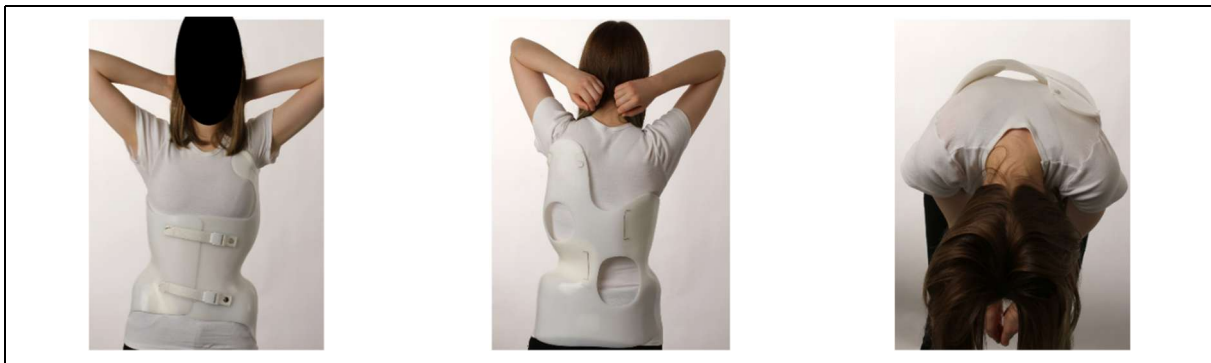
Zu den konservativen Therapieverfahren bei idiopathischer Skoliose gehören physiotherapeutische Maßnahmen und die Korsetttherapie.

Im Bereich der Physiotherapie kommt in der Regel die dreidimensionale Skoliosetherapie nach Katharina Schroth zum Einsatz. Ziel hierbei ist es, mithilfe von speziell dafür ausgebildeten Physiotherapeut\*innen eine langfristige Haltungskorrektur und Aufrichtung, eine Kräftigung der Rückenmuskulatur und eine Verbesserung der Kondition und Ausdauer zu erreichen. Außerdem trägt die Schroth-Therapie zu einer besseren Körperwahrnehmung bei. Weiterhin beinhaltet sie spezielle Atemübungen und erfordert zum einen eine spezielle Schulung der Eltern und Kinder und zum anderen eine hohe Compliance der Patient\*innen, da die Übungen auch zu Hause regelmäßig ausgeführt werden müssen. Die Skoliosetherapie nach Schroth wird sowohl bei Patient\*innen mit Cobb-Winkeln unter 20° eingesetzt, als auch bei Cobb-Winkeln über 20°, dann ergänzend zur Korsett-Therapie (57). In verschiedenen Studien hat sich gezeigt, dass die Schroth-Therapie bei Patient\*innen mit AIS im Vergleich zu Patient\*innen ohne Physiotherapie bei hoher Therapieadhärenz eine Progression der Krümmung verhindern und unter Umständen den Cobb-Winkel sogar reduzieren und die Lebensqualität verbessern kann (13, 40, 56, 66, 74). Dies kann dazu beitragen, dass Patient\*innen eine Korsetttherapie bzw. ein operatives Vorgehen erspart bleibt (74). Die höchste Effektivität zeigt die Schroth-Therapie bei Patient\*innen mit einem Cobb-Winkel zwischen 10° und 30° (66). Allerdings hängt der Behandlungserfolg dieser Therapie von der Compliance der Patient\*innen ab. Die Übungen müssen regelmäßig und korrekt ausgeführt

## 2. Einleitung

werden, auch zu Hause. Leider hat sich gezeigt, dass die Adhärenz der Patient\*innen, vor allem bei den Heimübungen, häufig unzureichend ist, was zu schlechterem Therapie-Outcome führt (13, 77). Daher sind eine sorgfältige Aufklärung und Schulung der Patient\*innen sowie eine enge Einbindung der Eltern bzw. Erziehungsberechtigten wichtig, um die Compliance und die Wahrscheinlichkeit für einen Behandlungserfolg zu erhöhen (13).

Bei Patient\*innen mit einem Cobb-Winkel von über 20° wird zusätzlich zur Physiotherapie eine Korsettbehandlung durchgeführt. Meistens kommt hierfür in Europa ein Cheneau-Korsett zur Anwendung (18).



**Abbildung 2: Cheneau-Korsett einer Studienpatientin**

Die Korsetttherapie beruht auf einer passiven physikalischen Korrektur der Krümmung mittels eines Drei-Punkt-Drucksystems. Zum einen wird also Druck auf die durch die Seitabweichung bedingten Auswölbungen der Wirbelsäule ausgeübt, zum anderen gibt es Freiräume im Korsett, in deren Richtung die Wirbelsäule zur Korrektur gedrückt wird (siehe Abbildung 2). Dadurch wird sie in eine überkorrigierende Stellung gebracht, um während des Wachstums eine Extension und Derotation der Wirbelsäule sowie eine Abnahme der Seitabweichung zu erreichen (18, 49, 50). Die Anfertigung des Korsetts erfolgt individuell für jede/n Patient\*in anhand der vorher angefertigten radiologischen Aufnahmen. Ungefähr 12 Wochen nach Anpassung des Korsetts sollten erneut Wirbelsäulenganzaufnahmen in zwei Ebenen angefertigt werden. So wird sichergestellt, dass sich die Druckpunkte an der richtigen Stelle befinden und die geforderte Primärkorrektur um 30% - 40% des Ausgangswinkels erreicht wird (9, 42, 48, 76). Die Korsetttherapie ist nur während des Skelettwachstums möglich. Es sollte eine Tragedauer von täglich 22-23 Stunden erreicht werden. Am Ende des Wachstums (Risser-Stadium IV) kann das Korsett abtrainiert werden, indem nach einem festen Schema die Anzahl der Tragestunden pro Tag langsam reduziert wird (9).

Auch hier ist der Therapieerfolg neben einer rechtzeitigen Diagnose und einem rechtzeitigem Therapiebeginn stark von der Therapieadhärenz der/des Patient\*in abhängig. Wird die tägliche Tragedauer eingehalten, das Korsett kontinuierlich über den vorhergesehenen Zeitraum

getragen und die Therapie bei noch ausreichend vorhandenen Restwachstum gestartet, kann nicht nur eine Progression verhindert, sondern auch der Cobb-Winkel verbessert werden (7, 18, 42, 76, 77, 88, 91). Unter diesen Voraussetzungen kann bei 85-89% der Patient\*innen eine Konstanthaltung bzw. Verbesserung der Krümmung erzielt werden (77, 91). Bei Patient\*innen mit hohen Cobb-Winkeln von über 40°, die noch ein ausreichendes Restwachstum haben, kann die Korsetttherapie zudem sinnvoll sein, um durch die Konstanthaltung der Kurve ein operatives Vorgehen zu vermeiden (7).

Zusätzlich zu den bereits genannten konservativen Verfahren haben stationäre Intensivrehabilitationsmaßnahmen einmal jährlich ebenfalls einen positiven Effekt gezeigt (48, 90). Außerdem wird den Patient\*innen eine regelmäßige sportliche Betätigung empfohlen, die Muskulatur und Haltung verbessert (61).

### 2.4.2. Operatives Vorgehen

Ab einem Cobb-Winkel von 50° thorakal bzw. bei lumbalen Kurven eventuell schon ab einem Winkel von 40° sollte ein operatives Vorgehen in Erwägung gezogen werden (48, 78). Patient\*innen zwischen 10 und 12 Jahren mit einem hohen Restwachstum profitieren nicht von einem sofortigen operativen Eingreifen. Hier sollte zunächst eine Korsettversorgung erfolgen, um die Progredienz der Krümmung aufzuhalten bzw. diese zu verbessern. Eine endgültige Spondylodese sollte idealerweise erst nach Reevaluation der OP-Indikation nach Wachstumsabschluss durchgeführt werden (48). Ungefähr 0,1% der Patient\*innen mit AIS benötigen eine operative Korrektur, die in der Regel zwischen dem 13. und 16. Lebensjahr erfolgt (12). Ziel der Operation ist, neben einer dreidimensionalen Korrektur der Krümmung, auch eine kosmetische Verbesserung durch Korrektur des Rippenbuckels bei einer gleichzeitig möglichst kurzen Versteifungsstrecke (12, 78). Für die Planung des operativen Vorgehens sollten Röntgenaufnahmen der gesamten Wirbelsäule in zwei Ebenen sowie Bending-Aufnahmen durchgeführt werden. Anhand dieser kann je nach Krümmungstyp die Lenke-Klassifikation bestimmt werden. Dabei sind Lenke Typ I und V C-förmige Skoliosen, Lenke Typ II und III S-förmige Skoliosen und Lenke Typ IV und VI doppel-S-förmige Skoliosen (12, 44, 48). Es stehen mehrere Operationsverfahren zur Verfügung: hier zu nennen ist u.a. die dorsale Korrekturspondylodese und die ventrale Derotationsspondylodese, wobei das dorsale Verfahren häufiger angewendet wird (12, 48, 78). Beide Verfahren haben eine niedrige Komplikationsrate und die Morbidität unterscheidet sich nicht wesentlich. Auch bezüglich der Hospitalisierungsdauer und des Outcomes für die Patient\*innen zeigen beide Verfahren ähnlich gute Ergebnisse (1, 9, 12, 54, 78). Bei thorakolumbalen Kurven hat sich eine bessere Korrektur mithilfe des ventralen Verfahrens gezeigt (1, 12, 78). Bei doppelbogigen Krümmungen (Lenke Typ 2-4 und 6) zeigte sich das dorsale Verfahren als überlegen. Bereits ab dem ersten Tag nach der Operation ist eine Mobilisation der Patient\*innen wichtig. Nach 6-

12 Wochen sind die Patient\*innen in der Regel weitgehend schmerzfrei und nicht mehr relevant im Alltag eingeschränkt (12).

### 2.5. Ziel der Arbeit und Hypothesenbildung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die AIS bei rechtzeitiger Diagnosestellung und Therapie vor Abschluss des Wachstums meist gut behandelbar ist. Dadurch ist es möglich, schwerwiegende Folgen für die Gesundheit und Psyche der Kinder bzw. Jugendlichen zu reduzieren. Die frühe Durchführung einer Therapie kann die Progredienz der Skoliose aufhalten und unter Umständen eine Eskalation der Therapie verhindern. Die Definition eines „rechtzeitigen“ Therapiebeginns ergibt sich dabei anhand der Wachstumsentwicklung der Patient\*innen. Wie in Abschnitt 2.2. bereits beschrieben, ist die Bestimmung des Risser-Stadiums in der Skoliosetherapie sehr wichtig. Zwei-Drittel des Wachstums in der Pubertät erfolgen während des Risserstadiums 0. Bei Mädchen tritt die Menarche typischerweise im Risserstadium 1 ein. Innerhalb von 2 Jahren nach Einsetzen der Menarche erfolgt das Hauptwachstum. In Risserstadium 4 ist dann das Wachstum bereits weitgehend abgeschlossen (21, 71, 79). In den Risser-Stadien 0-2 ist also das Knochenwachstum der Skoliose-Patient\*innen noch nicht abgeschlossen und es besteht das größte Progressionsrisiko (83). Außerdem profitieren vor allen in diesen Stadien Patient\*innen mit AIS von einer Korsetttherapie (70). Aufgrund dieser Sachlage wurde die in den nachfolgenden Hypothesen und in der Auswertung verwendete Gruppeneinteilung zwischen Gruppe 1 (Risser 0 bis 2) und Gruppe 2 (Risser 3-5) gewählt. Dabei wurde Gruppe 2 dann als „zu spät diagnostiziert“ definiert.

Die Wichtigkeit einer frühen Diagnosestellung und eines zeitgerechten Therapiebeginns für den Therapieerfolg wird in der Literatur immer wieder betont (9, 22, 29, 34, 37, 61, 75, 91). Gleichzeitig stellen einige Autor\*innen fest, dass es nicht selten zu einer verzögerten Diagnostik und Therapie kommt, was sich negativ auf das Outcome der Patient\*innen auswirkt (22, 29, 37, 43, 61, 91). Auf dieser Grundlage wurde die erste Hypothese aufgestellt:

1. Werden Patient\*innen erst nach Abschluss des Hauptwachstums (mit Risserstadium 3-5) diagnostiziert und therapiert, dann haben sie einen schlechteren Outcome bezüglich des Cobb-Winkels (keine Verbesserung durch die Therapie bzw. sogar Progredienz) als Patient\*innen mit Risser 0-2.

Das vermutete Problem der verspäteten Diagnostik und Therapie legt die Notwendigkeit nahe, die Einflussfaktoren zu ergründen, die zu Verzögerungen bei Diagnostik und Therapie führen. Das Robert-Koch-Institut stellte 2018 im Rahmen einer Studie in Deutschland heraus, dass die Gesundheitskompetenz und der allgemeine Gesundheitszustand von Kindern und Jugendlichen besser sind, je höher der Sozialstatus der Familie ist. Demnach ist bei Kindern

## 2. Einleitung

und Jugendlichen aus Familien mit niedrigen sozialen Status das Risiko für einen schlechteren Gesundheitsstatus und chronische Erkrankungen erhöht. Außerdem ist die gesundheitsbezogene Lebensqualität in den betreffenden Familien niedriger (41). Gleiches gilt für Kinder und Jugendliche aus Eineltern- oder Stieffamilien (69). Diese Erkenntnisse legten es nahe, die sozialen Umstände der Patient\*innen in die Betrachtung von Risikofaktoren für verspätete Diagnostik aufzunehmen. Daraus ergaben sich unter anderem folgende Hypothesen:

2. Wenn Patient\*innen verspätet, also erst mit Risser 3-5 diagnostiziert und therapiert werden, dann verfügen sie und ihre Eltern über einen niedrigeren Bildungsstand als früh diagnostizierte Patient\*innen mit Risser 0-2.
3. Patient\*innen, die erst mit Risser 3-5 diagnostiziert und therapiert werden, leben häufiger in Scheidungsfamilien als früh diagnostizierte Patient\*innen mit Risser 0-2.

Patient\*innen mit AIS haben häufig eine positive Familienanamnese bezüglich der Erkrankung (27). Deshalb stellt sich zudem die Frage, ob ein Auftreten der Skoliose bei Familienmitgliedern auch einen Einfluss auf den Diagnosezeitpunkt bei den Patient\*innen hat. Daraus ergab sich folgende Hypothese:

4. Wenn Patient\*innen früh diagnostiziert werden (mit Risser 0-2), dann liegen häufiger Skoliosen im familiären Umfeld vor.

Abschließend sollte ergründet werden, ob und inwiefern sich eine verspätete Diagnose und Therapie negativ auf die Zufriedenheit und Lebensqualität der Patient\*innen auswirkt. Hierzu ergab sich die letzte Hypothese der Arbeit:

5. Bei früh diagnostizierten Patient\*innen mit Risser 0-2 ist die Lebens- und Therapiezufriedenheit im Therapieverlauf höher als bei spät diagnostizierten Patient\*innen mit Risser 3-5.

Das Ziel dieser Arbeit soll es sein, Faktoren zu identifizieren, die sich auf den Zeitpunkt der Diagnostik und Therapie von AIS auswirken und zu Verzögerungen führen. Idealerweise können durch diese Ergebnisse Konsequenzen für das aktuell durchgeführte Screening, z.B. im Sinne eines gezielteren Screenings der identifizierten Risikogruppen, gezogen und somit der Therapieerfolg für die Patient\*innen verbessert werden.

Diese Thematik ist bisher vereinzelt in anderen Studien angeschnitten wurden. Dabei haben Lee et al. die subjektiv von den Patienten angegebenen Verzögerungsursachen untersucht (43). Anthony et al. haben einen möglichen Zusammenhang zwischen der geographischen Herkunft der Jugendlichen sowie einer familiären Vorbelastung durch Skoliose in der Familie und dem Diagnosezeitpunkt beleuchtet (5). Adobor et al. sowie Ali Fazal et al. beschäftigten sich damit, durch wen die Skoliose zuerst entdeckt wurde (2, 4). Weiterhin wurden durch

## 2. Einleitung

Goldstein et al., Russell et al. sowie Zavatsky et al. ökonomische Faktoren wie Versicherungsstatus und Einkommen der Eltern als mögliche Faktoren für verzögerte Diagnostik betrachtet (26, 72, 94). Dies lässt erkennen, dass die Auswirkung von sozialen Faktoren der Jugendlichen auf den Therapiezeitpunkt und die Entwicklung des Cobb-Winkels bisher kaum beleuchtet wurden. Dies macht eine fokussiertere Untersuchung bezüglich dieses speziellen Schwerpunkts, vor allem in Hinblick auf die aufgeführten Konsequenzen einer verspäteten Diagnostik für den Patienten, notwendig.

### **3. Methoden**

#### **3.1. Patient\*innenkollektiv**

Im Zeitraum von September 2016 bis August 2019 wurde eine prospektive Beobachtungsstudie mittels Fragebögen im Rahmen der ambulanten Skoliosesprechstunde der Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie der Uniklinik Köln (UKK) durchgeführt. Insgesamt enthält die Studie Daten von 177 Patient\*innen im Alter zwischen 7 und 17 Jahren (Durchschnitt 12,7 Jahre), von denen 168 Patient\*innen eine idiopathische adoleszente Skoliose aufwiesen.

Die Patient\*innen für die Studie wurden im Rahmen der wöchentlichen Skoliosesprechstunde der orthopädischen Poliklinik der UKK rekrutiert. Einschlusskriterium war dabei eine in der Sprechstunde neu diagnostizierte Skoliose mit einem Cobb-Winkel von initial mindestens 10°. Ausgeschlossen wurden Patient\*innen mit bereits abgeschlossenem Längenwachstum zum Diagnosezeitpunkt (bereits geschlossene Wachstumsfugen im Röntgenbild der Hand bzw. vollständig verknöcherte Ileum-Apophyse in der Ganzwirbelsäulenaufnahme) und Patient\*innen, bei denen vorher bereits eine Skoliose festgestellt und anbehandelt wurde. Ein weiteres Ausschlusskriterium war das Fehlen von deutschen Sprachkenntnissen, die essentiell für das Ausfüllen und Verstehen des Fragebogens gewesen sind. Bei 105 der 177 Patient\*innen lagen Follow-Up Daten vor. Die mediane Follow-Up Zeit betrug 11,25 Monate nach Diagnose (1 bis 36 Monate).

#### **3.2. Durchführung**

Das Ethikvotum wurde bei der Ethikkommission der Universität zu Köln im September 2016 eingeholt (Referenznummer 16-137.) Die Untersuchung erfolgte nach den Regeln der Good Clinical Practice und die Deklaration von Helsinki in der Fassung von 2013 wurde beachtet. Alle Patient\*innen und Erziehungsberechtigte wurden sowohl mündlich vom Studienpersonal als auch über eine ausgehändigte Informationsbroschüre (siehe Anhang) über Ablauf, Ziel und Inhalt der Studie sowie die Anonymisierung der Daten informiert. Die Zustimmung für die Studienteilnahme erfolgte nach Einwilligung der Patient\*innen durch Unterschrift der Erziehungsberechtigten auf der Einwilligungserklärung. Ein freiwilliger Rücktritt der Patient\*innen war jederzeit ohne Angaben von Gründen möglich.

Die Teilnahme an der Studie ist nicht mit Komplikationen oder Risiken für die Patient\*innen verbunden und es besteht kein zusätzliches Risiko oder Nutzen für die Studienteilnehmer\*innen.

### 3. Methoden

Die Bestimmungen des Datenschutzes wurden beachtet. Durch die Datenerfassung mittels des Fragebogens entstanden für die Patient\*innen keine zusätzlichen Belastungen. Es waren keine zusätzlichen Untersuchungen, diagnostische Maßnahmen oder invasive Eingriffe durch die Studie notwendig.

Die Begleitung der Sprechstunde, Patient\*innenbefragung und -aufklärung sowie die Datenerhebung und -dokumentation erfolgte in Zusammenarbeit zwischen der Verfasserin dieser Arbeit (Svenja Erdmann) und einer weiteren Doktorandin der Orthopädie des UKK (Deborah Plum). Beide Doktorandinnen nutzten dieselben Studiendaten.

Die Datenauswertung erfolgte dann getrennt voneinander unter verschiedenen Gesichtspunkten und unter Verwendung verschiedener Items des Fragebogens. Der Schwerpunkt der Arbeit von Frau Plum liegt hierbei auf der Effektivität der verschiedenen Therapiemethoden bei Skoliose in Bezug auf die Entwicklung des Cobb-Winkels und dem Zusammenhang zwischen der Patient\*innencompliance und sozialen Faktoren.

Durch die/den behandelnde/n Ärztin/Arzt erfolgten im Rahmen der Sprechstunde zunächst Anamnese und körperliche Untersuchung. Die Fragebögen wurden während der Wartezeit auf das Röntgen nach Erläuterung durch eine der beiden Doktorandinnen selbstständig von den Patient\*innen, zum Teil mit Hilfe der Erziehungsberechtigten, ausgefüllt.

Der Fragebogen wurde auf Basis der Hauptzielstellung, mögliche Faktoren für verspätete Diagnostik und insuffiziente Therapie von AIS zu identifizieren, und den in Abschnitt 2.4. genannten Hypothesen erstellt (siehe Anhang).

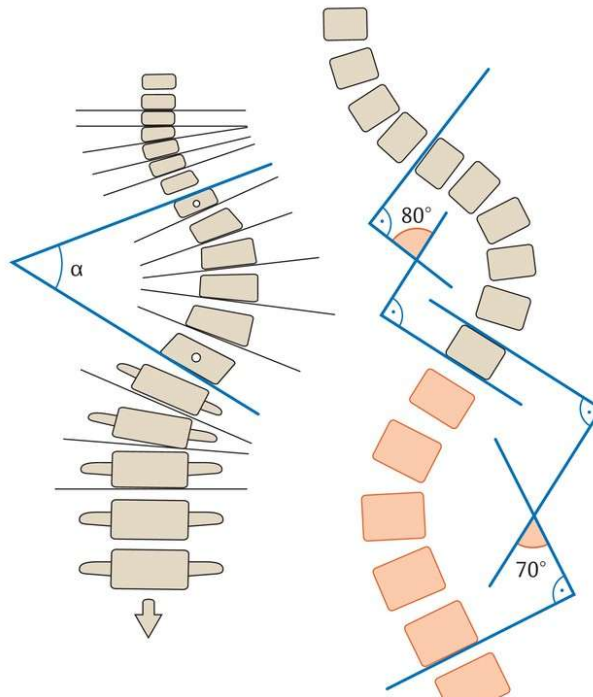
Zunächst wurden darin Alter, Herkunft, Familienverhältnisse und Bildungsstand der Patient\*innen erfragt. Weiterhin wurde erfasst, ob Skoliose im familiären Umfeld bereits bekannt ist. Zudem enthielt der Fragebogen mehrere Fragen, um zu erfassen, ob und warum die Skoliose aus Sicht der Patient\*innen zu spät diagnostiziert wurde sowie zusätzlich Fragen zur Lebens- und Therapiezufriedenheit. Insgesamt enthielt der Fragebogen geschlossene Fragen. Darunter waren sowohl Fragen mit Einfach- und Mehrfachauswahl als auch Skalen und Matrixfragen. Der zweite Teil des Fragebogens war von der Ärztin/dem Arzt anhand der durchgeführten Röntgen-Aufnahmen auszufüllen. Darin wurden Daten zur Skoliose, wie etwa Cobb-Winkel, Risser-Stadium und Ätiologie erfasst.

Die für diese Angaben benötigten Röntgenbilder in zwei Ebenen wurden im Rahmen des Klinikstandards durchgeführt. Eine zusätzliche Strahlenexposition fand nicht statt. Durch das Studienpersonal erfolgte ebenfalls die Bestimmung des Beighton-Scores. Beide Teile des Fragebogens wurden dann als Baseline-Fragebogen ausgefüllt von einer der beiden Doktorandinnen eingesammelt und im Studienzentrum der Klinik ausgewertet.

### 3. Methoden

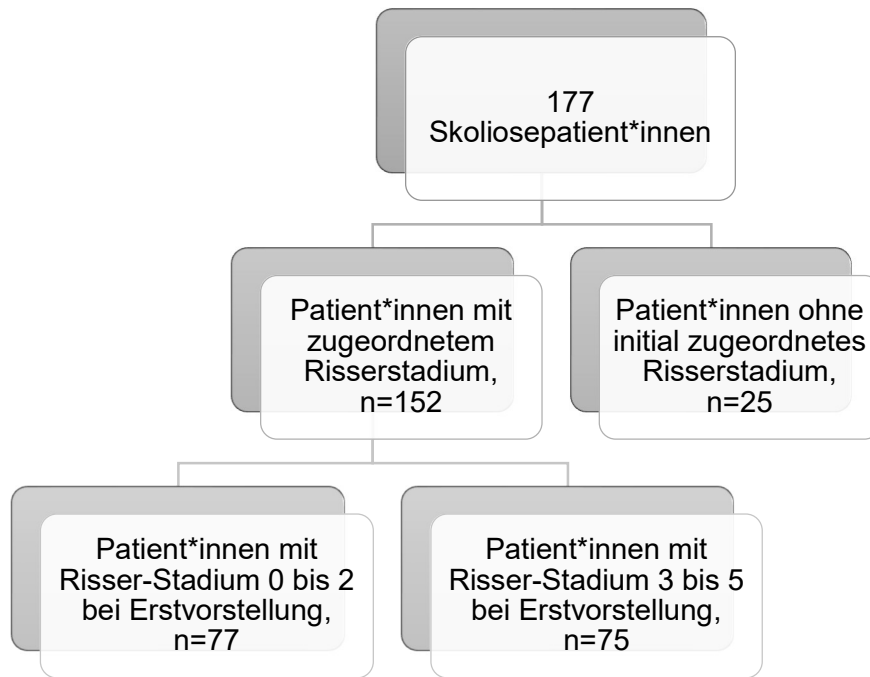
Bei jedem erneuten Besuch der Sprechstunde durch die Patient\*innen der Studie, füllten diese einen Follow-Up Fragebogen (siehe Anhang) aus, der ebenfalls ausgewertet und mit den Baseline-Daten verglichen wurde. Auch hier wurden mittels Röntgen-Aufnahmen in zwei Ebenen erneut Cobb-Winkel und Risser-Stadium bestimmt. Das Intervall bis zur Wiedervorstellung betrug bis zum 1. Follow-Up durchschnittlich 6,36 Monate, bis zum 2. Follow-Up 11,6 Monate und 16,9 Monate bis zum 3. Follow-Up. Die Dauer der Follow-Ups betrug bei den Patient\*innen bis zu 36 Monate maximal.

Mittels Anamnese und körperlicher Untersuchung der Patient\*innen wurden zunächst die Ätiologie der Skoliose identifiziert und eine familiäre Vorbelastung erfragt. Im Rahmen des Adams-Vorneigetest konnten ein Rippenbuckel und Lendenwulst identifiziert und mittels Skolio- oder Goniometer vermessen werden. Betrugten diese mindestens 5°, war eine radiologische Bildgebung indiziert (9, 48, 77, 81, 84). Zur Beurteilung des Ausmaßes der Skoliose und des Therapiefortschritts wurden dann die Cobb-Winkel und Scheitelwirbel bei den Patient\*innen durch die/den verantwortliche/n Ärztin/Arzt in der Skoliosesprechstunde anhand von Röntgenaufnahmen der gesamten Wirbelsäule im Stehen, anterior-posterior und lateral bestimmt. Dabei erfolgte auch eine Abbildung der Beckenkämme, um anhand der Verknöcherung der Ileum-Apophyse das Risser-Stadium (1 bis 5) bestimmen zu können (9, 48). Um den Cobb-Winkel zu messen, wurden zunächst die Neutralwirbel bestimmt, die im Vergleich zur Horizontalen am stärksten gekippt sind (siehe Abbildung 3). An dem Schnittpunkt der Linien, die durch die Deckplatte des kranialen und die Grundplatte des kaudalen Neutralwirbels gezogen werden, wurde der Cobb-Winkel gemessen (48, 58, 61, 81).



**Abbildung 3: Messung des Cobb-Winkels  $\alpha$  (85)**

Die für diese Arbeit erfassten Cobb-Winkel wurden stets an der Hauptkrümmung mit dem größten Cobb-Winkel gemessen. Es wurde sowohl der durch die/den behandelnde/n Ärztin/Arzt in der Sprechstunde gemessene als auch der von der Radiologie dokumentierte Cobb-Winkel erfasst, um später eventuelle Messabweichungen identifizieren zu können. Von den 177 Patient\*innen in der Studie, konnten 152 einem Risser-Stadium zugeordnet werden (siehe Abbildung 4). Bei den Übrigen lagen Fremd-Röntgenaufnahmen anderer Einrichtungen vor. Auf diesen Aufnahmen waren die Beckenkämme nicht abgebildet, weshalb die Bestimmung des Risser-Stadiums anhand der Beckenkammmapophysen nicht möglich war.



**Abbildung 4: Einteilung der Studienpatient\*innen nach Risser-Stadium**

Im Hinblick auf die Zielstellung der Arbeit, Ursachen für eine verspätete Diagnose zu finden, wurden die Patient\*innen mit einem zugeordneten Risser-Stadium in zwei Patient\*innen-gruppen aufgeteilt. Die Patient\*innen in Gruppe 1 mit den initialen Risser-Stadien 0 bis 2 wurden hierbei als rechtzeitig diagnostiziert klassifiziert, da in diesen Stadien, wie bereits in Abschnitt 2.4. angedeutet, das Progressionsrisiko am höchsten ist und beispielsweise Korsett-Therapien in der Regel nur bei Patient\*innen mit einem Risser-Stadium bis 2 begonnen werden. Hier ist noch genug Restwachstum für eine effektive Therapie vorhanden (4, 7, 40, 42). In Gruppe 2 waren die verspätet diagnostizierten Patient\*innen mit initialem Risser-Stadium 3 bis 5 (siehe Abbildung 4).

Alle Patient\*innendaten und die Angaben aus dem Fragebogen wurden in Microsoft Excel 2016 erfasst.

### 3.3. Statistische Analyse

Die statistischen Analysen erfolgten mit dem Statistikprogramm IBM SPSS Statistics Version 27. Die deskriptiven Daten wurden mittels absoluter und relativer Häufigkeit sowie Mittelwert und Standardabweichung dargestellt. Hierzu wurden zwei deskriptive Tabellen angefertigt. Tabelle 1 enthält das gesamte Patient\*innenkollektiv mit 177 Patient\*innen.

Die zweite Tabelle enthält die 152 Patient\*innen, denen initial in der Studie aufgrund vorhandener Röntgenbilder ein Risser-Stadium zugeordnet werden konnte. Auch für diese 152 Patient\*innen wurde eine deskriptive Datenauswertung durchgeführt.

### 3. Methoden

Danach erfolgte der Vergleich der beiden Patient\*innengruppen Risser 0-2 und Risser 3-5 mit den verschiedenen sozialen Faktoren, die im Fragebogen erfragt wurden.

Aufgrund nicht normalverteilter Daten wurden Mann-Whitney-U-Tests, insbesondere bei der Lebens- und Therapiezufriedenheit, durchgeführt, um Unterschiede zwischen den beiden Patient\*innengruppen festzustellen.

Zur Prüfung der Signifikanz erfolgte die Berechnung der Z-Werte. Zur Berechnung der Effektstärke wurden die Pearson-Korrelationskoeffizienten ( $r$ ) ermittelt. Um zu prüfen, ob ein Zusammenhang zwischen den beiden Patient\*innengruppen und Faktoren wie Herkunft, Geschlecht, Bildungsstand etc. besteht, erfolgte die Durchführung von Chi-Quadrat-Tests und die Ermittlung der Effektstärke Phi ( $\phi$ ).

Abschließend wurden die beiden oben genannten Patient\*innengruppen bezüglich ihrer Cobb-Winkel verglichen. Der Vergleich basiert auf der Bestimmung des initialen Ausgangswinkels mithilfe der radiologischen Aufnahmen und der erneuten Erfassung der Cobb-Winkel am Ende des Studienzeitraumes. Die Differenz beider Winkel wurde für jede/n Patient\*in erfasst. Dies erfolgte bei insgesamt 89 Patient\*innen, bei denen sowohl ein initialer als auch ein finaler Cobb-Winkel sowie ein Risser-Stadium dokumentiert werden konnten.

Bei den restlichen Patient\*innen fehlte eine der Variablen aufgrund von Fremdaufnahmen mit fehlender Beurteilbarkeit des Risser-Stadiums oder aufgrund fehlender Follow-Up Daten bei einzelnen Patient\*innen. Anhand der jeweiligen erfassten durchschnittlichen Differenzen wurden beide Patient\*innengruppen verglichen.

Weiterhin wurde ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt, um einen möglichen Zusammenhang zwischen dem Geschlecht der Patient\*innen und ihrem initialen Risser-Stadium zu ermitteln. Ein Mann-Whitney-U-Test sollte zeigen, ob sich die initialen Cobb-Winkel zwischen den Geschlechtern der Patient\*innen signifikant unterscheiden. Bei beiden Tests wurde dann der jeweilige p-Wert ermittelt. Anhand eines t-Testes für Mittelwertvergleiche bei normalverteilten Daten wurde im letzten Schritt festgestellt, ob es einen signifikanten Unterschied zwischen den bestimmten Cobb-Winkeln der Radiologie und der Messung der/des jeweiligen Ärztin/Arztes in der Sprechstunde gab.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Vorbemerkungen

Alle unten aufgeführten Ergebnisse wurden auf ihre statistische Signifikanz überprüft. Dabei waren alle p-Werte über 0,05.

### 4.2. Charakteristika des Patient\*innenkollektivs

**Tabelle 1: Merkmale des Patient\*innenkollektivs**

|                                         | Anzahl (n) | Relative Häufigkeit (%) |          |          |
|-----------------------------------------|------------|-------------------------|----------|----------|
| <b>Geschlecht (n=177)</b>               |            |                         |          |          |
| männlich                                | 42         | 23,7                    |          |          |
| weiblich                                | 135        | 76,3                    |          |          |
| <b>Alter in Jahren</b>                  |            |                         |          |          |
| 0-3                                     | 0          | 0                       |          |          |
| 4-6                                     | 1          | 0,56                    |          |          |
| 7-9                                     | 17         | 9,60                    |          |          |
| 10-12                                   | 53         | 29,94                   |          |          |
| 13-15                                   | 96         | 54,23                   |          |          |
| 16-18                                   | 10         | 5,65                    |          |          |
| <b>Zeit bis zur Diagnose in Monaten</b> |            |                         |          |          |
| unter 1 Monat                           | 91         | 51,41                   |          |          |
| 1-6 Monate                              | 57         | 32,20                   |          |          |
| 7-12 Monate                             | 12         | 6,78                    |          |          |
| 13-24 Monate                            | 5          | 2,83                    |          |          |
| über 24 Monate                          | 12         | 6,78                    |          |          |
| <b>Risser-Stadium</b>                   |            |                         |          |          |
|                                         | männlich   | weiblich                | männlich | weiblich |
| 0                                       | 13         | 45                      | 35,14    | 39,13    |
| 1                                       | 3          | 7                       | 8,11     | 6,09     |
| 2                                       | 2          | 7                       | 5,41     | 6,09     |
| 3                                       | 7          | 20                      | 18,91    | 17,39    |
| 4                                       | 10         | 33                      | 27,03    | 28,69    |
| 5                                       | 2          | 3                       | 5,40     | 2,61     |

#### 4. Ergebnisse

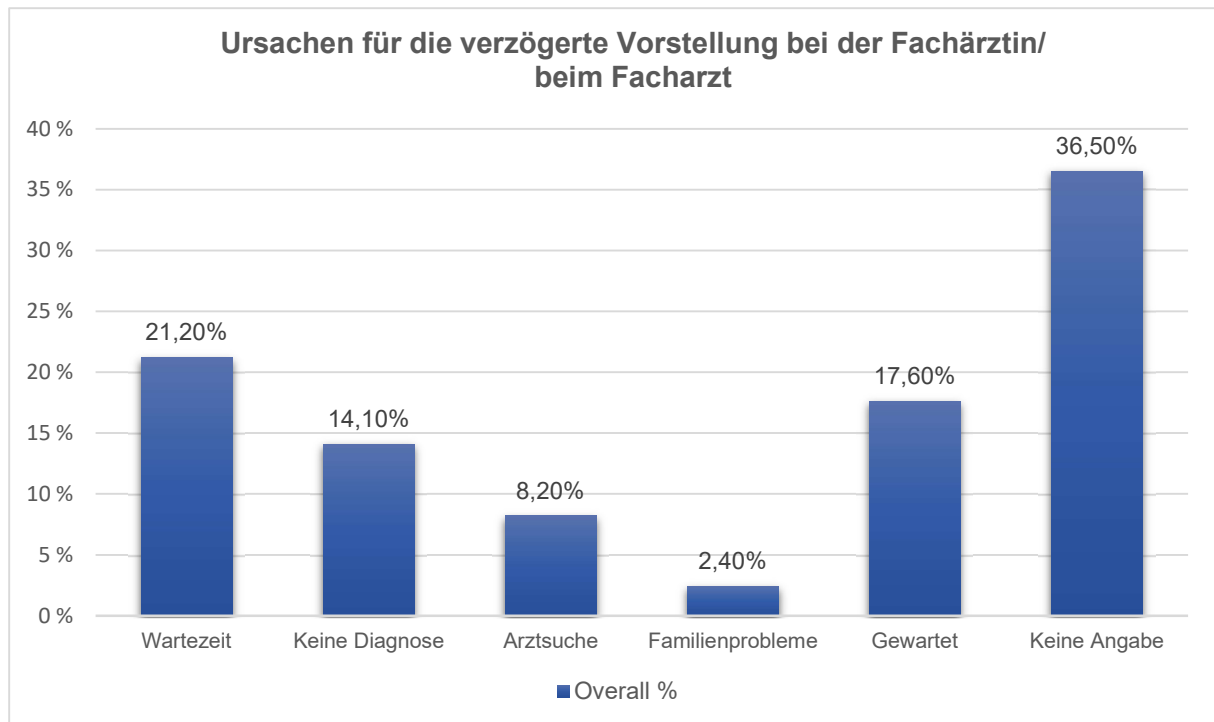
Wie in Tabelle 1 dargestellt, bestand das Patient\*innenkollektiv aus 177 Patient\*innen im Alter von 6 bis 16 Jahren (Mittelwert 12,66, SD 2,22 Jahre). Dabei befanden sich unter den Patient\*innen mit einem Anteil von 76,3% deutlich mehr weibliche Patientinnen. Das Geschlechterverhältnis weiblich zu männlich betrug somit 3,2:1. Die männlichen Patienten waren mit einem durchschnittlichen Alter von 13,57 Jahren (SD 2,09 Jahre) älter als die Mädchen mit durchschnittlich 12,38 Jahren (SD 2,19 Jahre). Das durchschnittliche Risser-Stadium betrug 2,01 (SD 1,79), wobei die Stadien 0 sowie 3 und 4 am häufigsten vertreten waren (siehe Tabelle 1). Die Jungen hatten mit 2,11 durchschnittlich ein höheres initiales Risser-Stadium als die Mädchen mit 1,98. Bei 49,6% der weiblichen Patientinnen hatte zum Zeitpunkt der Erstvorstellung in der Skoliosesprechstunde bereits die Menarche eingesetzt. Das Durchschnittsalter bei Eintritt der Menarche betrug durchschnittlich 12,36 Jahre. Bei den meisten Patientinnen (24,5%) setzte die Menarche im Alter von 10-12 Jahren ein, bei 23,7% zwischen 13 und 15 Jahren.

Von den 177 Patient\*innen hatte die Mehrheit von 168 Patient\*innen eine adoleszente idiopathische Skoliose. Weiterhin trat bei 4 Patient\*innen eine neuropathische, bei 2 Patient\*innen eine myopathische und bei 3 Patient\*innen eine kongenitale Skoliose auf. Von 171 Patient\*innen, bei denen der Scheitelwirbel der Hauptkrümmung bestimmt werden konnte, hatten 2 Patient\*innen (1,17%) eine hochthorakale, 68 (39,78%) eine thorakale, 60 (35,09%) eine thorakolumbale und 41 (24,0%) eine lumbale Hauptkrümmung ihrer Skoliose.

#### **4.3. Zeitraum zwischen Erstentdeckung und fachärztlicher Diagnostik**

Insgesamt gaben 83,61% der Patient\*innen an, dass von der Erstentdeckung der Skoliose bis zur Diagnostik bei der Fachärztin/beim Facharzt und Therapiebeginn maximal 6 Monate vergangen seien. Allerdings warteten auch 6,8% der Patient\*innen länger als 24 Monate (siehe Tabelle 1). Die durchschnittliche Zeit von der Erstentdeckung bis zur Diagnose bei der Fachärztin/beim Facharzt betrug 1,83 Monate (SD 1,14 Monate), dabei war diese bei Jungen (M 1,76 Monate, SD 1,07 Monate) im Mittel kürzer als bei Mädchen (M 1,85 Monate, SD 1,16 Monate).

#### 4. Ergebnisse



**Abbildung 5: Ursachen für die verzögerte Vorstellung bei der Fachärztin/beim Facharzt**

Insgesamt gaben 48% der Patient\*innen an, dass aus ihrer Sicht die Diagnose zu spät erfolgt ist. Dabei gab es verschiedene Gründe für Verzögerungen, die von den Patient\*innen angegeben wurden (siehe Abbildung 5).

Die häufigste Ursache stellte hier, laut 21,2% der Patient\*innen, die Wartezeit auf einen Termin bei der Fachärztin/beim Facharzt dar. 17,6% gaben an, dass sie trotz Entdeckung der Skoliose erst einmal abwarten wollten, bis sie mit einer weiterführenden Diagnostik und Therapie beginnen. Weiterhin wurde angegeben, dass bei Entdeckung nicht die richtige Diagnose gestellt worden sei, aber auch die Suche nach einer/einem passenden Fachärztin/Facharzt und familiäre Probleme ausschlaggebend für die Verzögerungen waren.

#### **4.4. Vergleich der Patient\*innengruppen bezüglich sozialer Faktoren**

Die beiden oben beschriebenen, anhand des Risser-Stadiums gebildeten Patient\*innengruppen wurden bezüglich sozialer Faktoren miteinander verglichen, um festzustellen, ob der Diagnosezeitpunkt der Skoliose von der sozialen Situation der jeweiligen Patient\*innen beeinflusst wurde. Die Ergebnisse wurden in Tabelle 2 zusammengefasst.

75 (97.4%) der Patient\*innen in Gruppe 1 sowie und 71 (94.7%) der Patient\*innen in Gruppe 2 besaßen laut eigener Angaben eine deutsche Staatsangehörigkeit. Weiterhin wurden

#### 4. Ergebnisse

folgende Staatsangehörigkeiten angegeben: französisch, italienisch, polnisch, türkisch, russisch, syrisch.

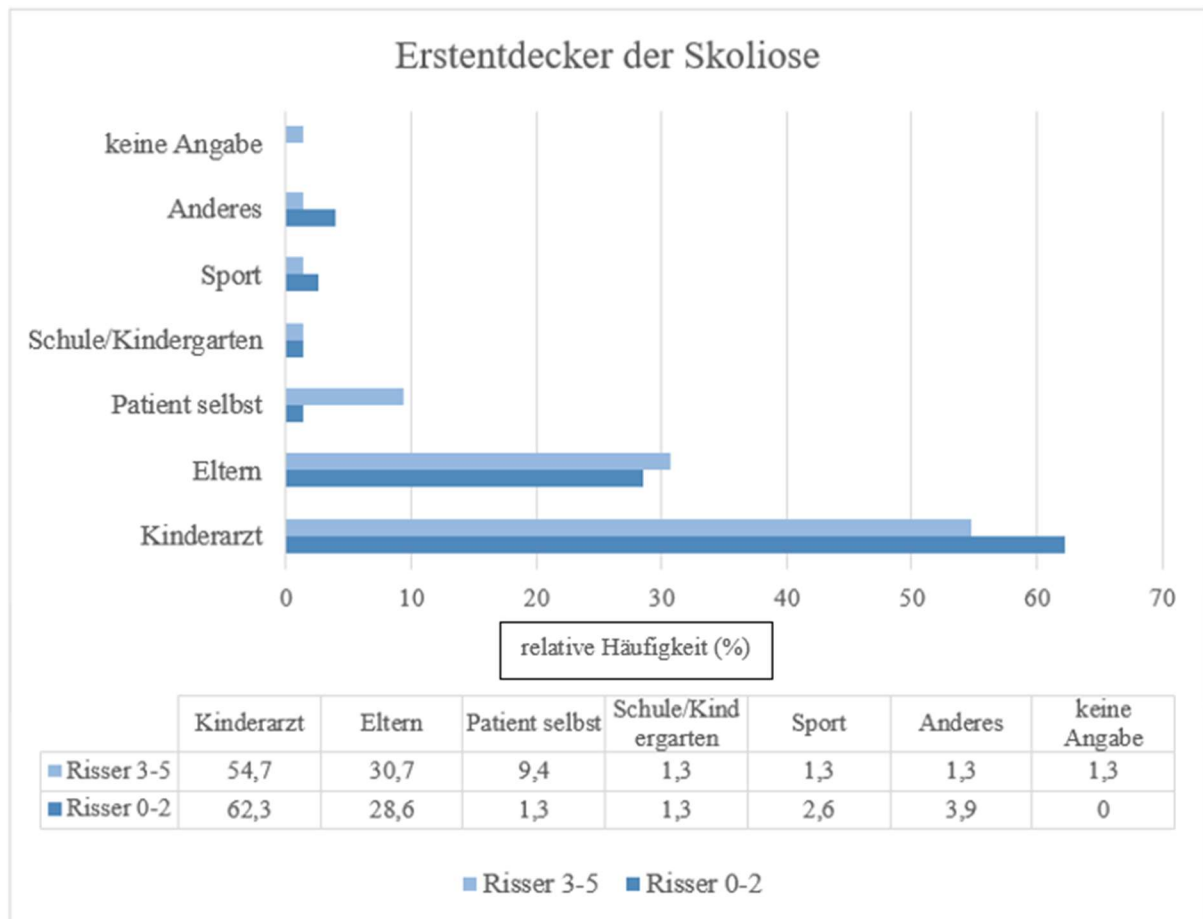
**Tabelle 2: Unterschiede in Herkunft, Geschlecht, familiärer Disposition und den Familienverhältnissen zwischen Patient\*innengruppe 1 und 2**

|                                               | <b>Gruppe 1 (Risser 0-2)<br/>N=77 (100%)</b> | <b>Gruppe 2 (Risser 3-5)<br/>N=75 (100%)</b> |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>Herkunft</b>                               |                                              |                                              |
| deutsch                                       | 75 (97,4%)                                   | 71 (94,7%)                                   |
| andere                                        | 2 (2,6%)                                     | 4 (5,3%)                                     |
| <b>Geschlecht</b>                             |                                              |                                              |
| männlich                                      | 18 (23,4%)                                   | 19 (25,3%)                                   |
| weiblich                                      | 59 (76,6%)                                   | 56 (74,7%)                                   |
| <b>familiäre Disposition</b>                  |                                              |                                              |
| ja                                            | 38 (49,4%)                                   | 30 (40,0%)                                   |
| nein                                          | 34 (44,1%)                                   | 34 (45,3%)                                   |
| keine Angabe                                  | 5 (6,5%)                                     | 11 (14,7%)                                   |
| <b>Familienverhältnisse</b>                   |                                              |                                              |
| Patient*in lebt mit beiden Eltern             | 65 (84,4%)                                   | 52 (69,3%)                                   |
| Patient*in lebt mit 1 Elternteil              | 9 (11,7%)                                    | 17 (22,7%)                                   |
| Patient*in lebt mit 1 Elternteil + Partner*in | 3 (3,9%)                                     | 5 (6,7%)                                     |
| Sonstiges                                     | 0 (0%)                                       | 1 (1,3%)                                     |

In Patient\*innengruppe 2 war der Anteil der männlichen Patienten mit 25,3% etwas höher als in Gruppe 1 mit 23,4% (siehe Tabelle 2). In Patient\*innengruppe 1 war der Anteil der Patient\*innen, bei denen ein oder mehrere Familienmitglieder ebenfalls eine Skoliose hatten, mit 49,4% höher als in Gruppe 2 mit 40,0% der Patient\*innen.

Die Mehrheit der Patient\*innen in der Studie lebte mit beiden Elternteilen zusammen. Dabei ist anzumerken, dass in Gruppe 1 der Anteil der Patient\*innen, die mit beiden Eltern zusammenleben, höher war als in Gruppe 2 (siehe Tabelle 2). In Gruppe 2 lebten mehr Patient\*innen nur mit einem Elternteil bzw. zusätzlich mit dessen neuer/neuem Partner\*in.

#### 4. Ergebnisse

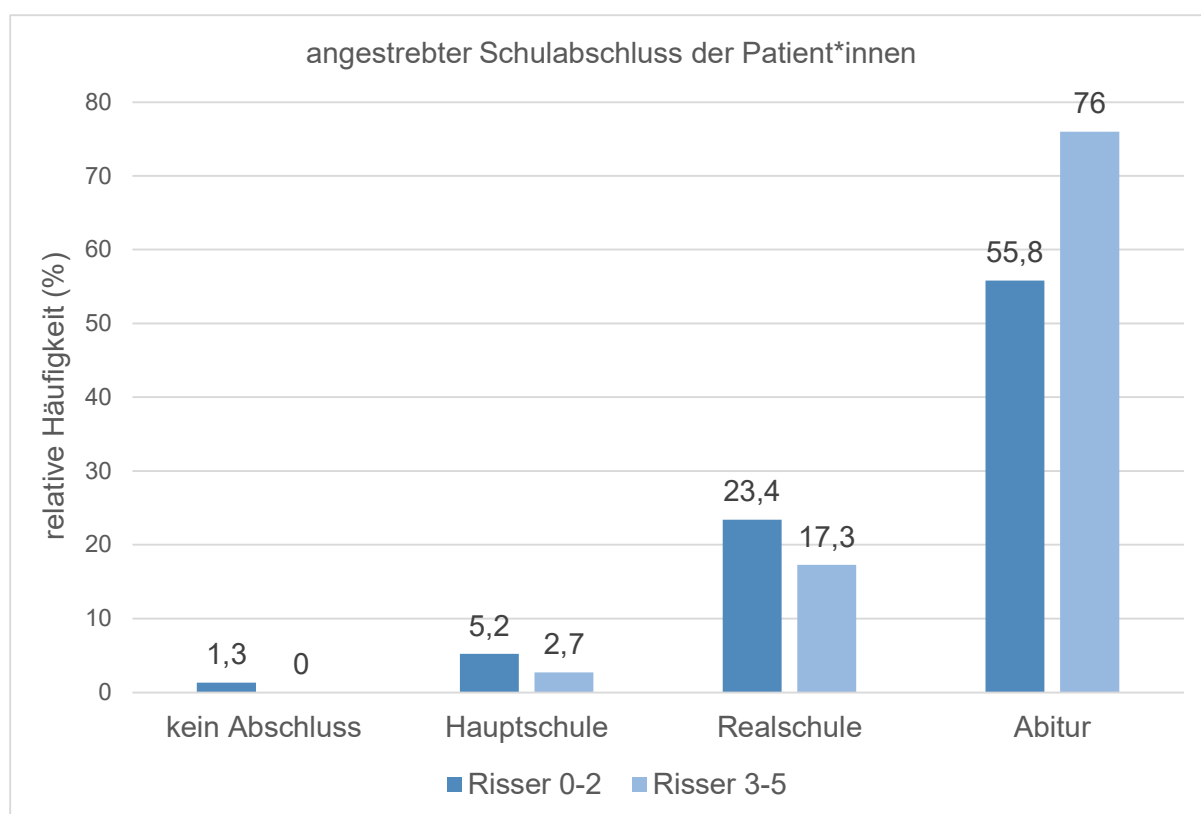


**Abbildung 6: Personen, die die Skoliose bei den Patient\*innen entdeckt haben, geordnet nach Risser-Stadien**

Die Skoliose wurde initial in Patient\*innengruppe 1 am häufigsten von der Kinderärztin/vom Kinderarzt entdeckt, in Patient\*innengruppe 2 von den Eltern. Außerdem hat in Gruppe 2 ein höherer Anteil der Patient\*innen die Skoliose bei sich selbst entdeckt. Insgesamt ist in beiden Patient\*innengruppen jedoch zu erkennen, dass der Großteil der Skoliosen von Kinderärzt\*innen und Eltern entdeckt wurde (siehe Abbildung 6).

Um den Bildungsstand der Patient\*innen und ihrer Familien zu erfassen, gaben diese ihren angestrebten Schulabschluss und die Eltern ihren höchsten erreichten Abschluss an. Die Abschlüsse der Patient\*innen und Eltern wurden dann zwischen den beiden Patient\*innengruppen nach Risser-Stadium verglichen. Dabei war auffällig, dass in beiden Patient\*innengruppen der Anteil der Patient\*innen, die ein Abitur als Abschluss anstrebten, am höchsten war (siehe Abb. 7). Trotz dessen war in Patient\*innengruppe 1 (Risser 0-2) zu beobachten, dass ein geringerer Anteil von Patient\*innen von 55,8% im Vergleich zu Gruppe 2 (Risser 3-5) mit einem Anteil von 76,0% ein Abitur anstrebte. Aus diesem Grund strebten in Gruppe 1 mehr Patient\*innen einen Hauptschul- und Realschulabschluss an als in Gruppe 2.

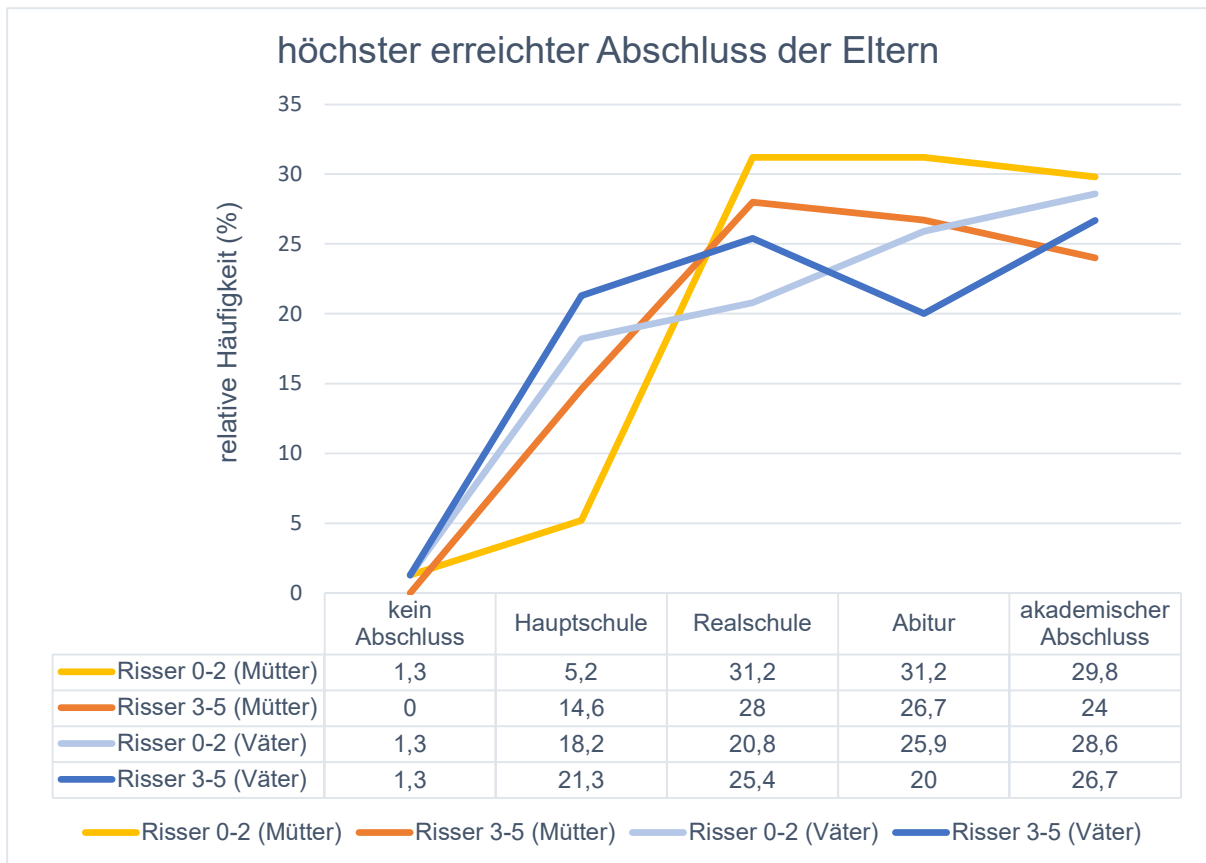
#### 4. Ergebnisse



**Abbildung 7: Höchster angestrebter Schulabschluss der Patient\*innen, geordnet nach Risser-Stadium**

Bei den Eltern der Patient\*innen war zu erkennen, dass der Bildungsstand beider Eltern von den Patient\*innen aus Gruppe 1 durchschnittlich höher war als in Gruppe 2 (siehe Abb. 8). Bei den Müttern in Gruppe 1 war der Anteil mit Abitur (31,2%) und akademischen Abschluss (29,8%) höher als in Gruppe 2 mit 26,7% Abitur und 24% akademischen Abschluss. Ähnliches war bei den Vätern zu beobachten. Auch hier hatten in Gruppe 1 durchschnittlich mehr Väter ein Abitur (25,9%) oder einen akademischen Abschluss (28,6%) als in Gruppe 2 mit 20% Abitur und 26,7% akademischen Abschluss.

#### 4. Ergebnisse



**Abbildung 8: Höchste erreichte Abschlüsse der Mutter und des Vaters der Patient\*innen**

Weiterhin wurde die Lebens- und Therapiezufriedenheit der Patient\*innen erfragt. Diese wurden über den gesamten Follow-Up Zeitraum erfasst. Insgesamt gab es daher bis zu 5 Erhebungen. In die Auswertung wurden allerdings nur 3 Erhebungen einbezogen, da Erhebung 4 und 5 in Gruppe 1 und 2 jeweils weniger als 10 Patient\*innen enthielt und so keine gute Vergleichbarkeit mit den vorherigen Gruppengrößen gegeben war.

Die Lebenszufriedenheit beschreibt dabei, wie zufrieden die befragten Patient\*innen wären, wenn sie mit dem Ausmaß ihrer Skoliose zum Zeitpunkt der Befragung weiterleben müssten. Dies wurde dabei von den Patient\*innen auf einer Skala von 0 bis 4 angegeben, wobei 0 sehr unzufrieden und 4 sehr zufrieden bedeutet. Insgesamt lässt sich zunächst sagen, dass alle Patient\*innen bei der Befragung zum 1. Follow-Up nach ungefähr 6 Monaten mit Werten von 1,92 in Gruppe 1 und 1,85 in Gruppe 2 eher unzufrieden gewesen wären, mit dem Ausmaß ihrer Skoliose weiterzuleben. Dabei war die Zufriedenheit in Gruppe 1 etwas höher (siehe Tabelle 3). In Gruppe 1 stieg beim 2. Follow-Up die Zufriedenheit mit einem Wert von durchschnittlich 2,13 und sank im 3. Follow-Up wieder auf 1,53. In Gruppe 2 hingegen sank die Zufriedenheit über den Zeitraum der drei Follow-Ups kontinuierlich. Im Vergleich zwischen den beiden Gruppen war beim 2. Follow-Up die Zufriedenheit in Gruppe 1 höher, beim 3. Follow-Up hingegen bei Gruppe 2.

**Tabelle 3: Lebens- und Therapiezufriedenheit der Patient\*innen initial sowie nach dem 1. und 2. Follow-Up, Anzahl (N), Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD)**

|                              | Gruppe 1 (Risser 0-2) |      |      | Gruppe 2 (Risser 3-5) |      |      |
|------------------------------|-----------------------|------|------|-----------------------|------|------|
|                              | N (%)                 | M    | SD   | N (%)                 | M    | SD   |
| <b>Lebenszufriedenheit</b>   |                       |      |      |                       |      |      |
| Follow-Up 1                  | 50 (64,9)             | 1,92 | 1,41 | 39 (52,0)             | 1,85 | 1,48 |
| Follow-Up 2                  | 31 (40,3)             | 2,13 | 1,43 | 16 (21,3)             | 1,75 | 1,13 |
| Follow-Up 3                  | 17 (22,1)             | 1,53 | 1,33 | 11 (14,7)             | 1,64 | 1,21 |
| <b>Therapiezufriedenheit</b> |                       |      |      |                       |      |      |
| Follow-Up 1                  | 44 (57,1)             | 7,80 | 2,49 | 37 (49,3)             | 7,38 | 2,11 |
| Follow-Up 2                  | 32 (41,6)             | 7,91 | 2,25 | 16 (21,3)             | 8,13 | 1,63 |
| Follow-Up 3                  | 16 (20,8)             | 7,45 | 2,06 | 11 (14,7)             | 8,00 | 2,50 |

Die Zufriedenheit mit ihrer bis zu den Follow-Ups durchgeführten Therapie konnten die Patient\*innen auf einer Skala von 1-10 angeben, wobei 10 vollste Zufriedenheit bedeutete. Die Therapiezufriedenheit zum Zeitpunkt der 1. Follow-Ups war mit 7,80 in Gruppe 1 etwas höher als in Gruppe 2 mit 7,38. Während die durchschnittliche Zufriedenheit bis zum 3. Follow-Up in Gruppe 1 insgesamt leicht abnahm, stieg sie in Gruppe 2 an (siehe Tabelle 3) und war dann höher als in Gruppe 1. Insgesamt lässt sich sagen, dass die durchschnittliche Therapiezufriedenheit in beiden Gruppen mit Werten zwischen 7,38 und 8,13 auf der Skala über den gesamten Befragungszeitraum relativ hoch war.

#### 4.5. Beschreibung des Patient\*innenkollektivs anhand der Cobb-Winkel

Der durchschnittliche initiale Cobb-Winkel betrug  $22,91^\circ$  (SD  $11,19^\circ$ ) und der durchschnittliche finale Cobb-Winkel  $19,01^\circ$  (SD  $8,57^\circ$ ). Der durchschnittliche initiale Cobb-Winkel bei den weiblichen Patienten betrug  $23,76^\circ$  (SD  $10,87^\circ$ ) und bei den männlichen Patienten  $21,12^\circ$  (SD  $11,55^\circ$ ). Es wurde ein Chi-Quadrat-Test zwischen Geschlecht und initialem Risser Stadium durchgeführt. Dabei gab es keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Geschlecht und initialem Risser Stadium ( $p = 0,960$ ). Um zu überprüfen, ob sich der initiale Cobb-Winkel zwischen den Geschlechtern unterschied, wurde ein Mann-Whitney-U-Test berechnet. Hier gab es ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Patienten ( $p = 0,149$ ). Unter den 153 Patient\*innen, deren Lenke-Klassifikation auf

#### 4. Ergebnisse

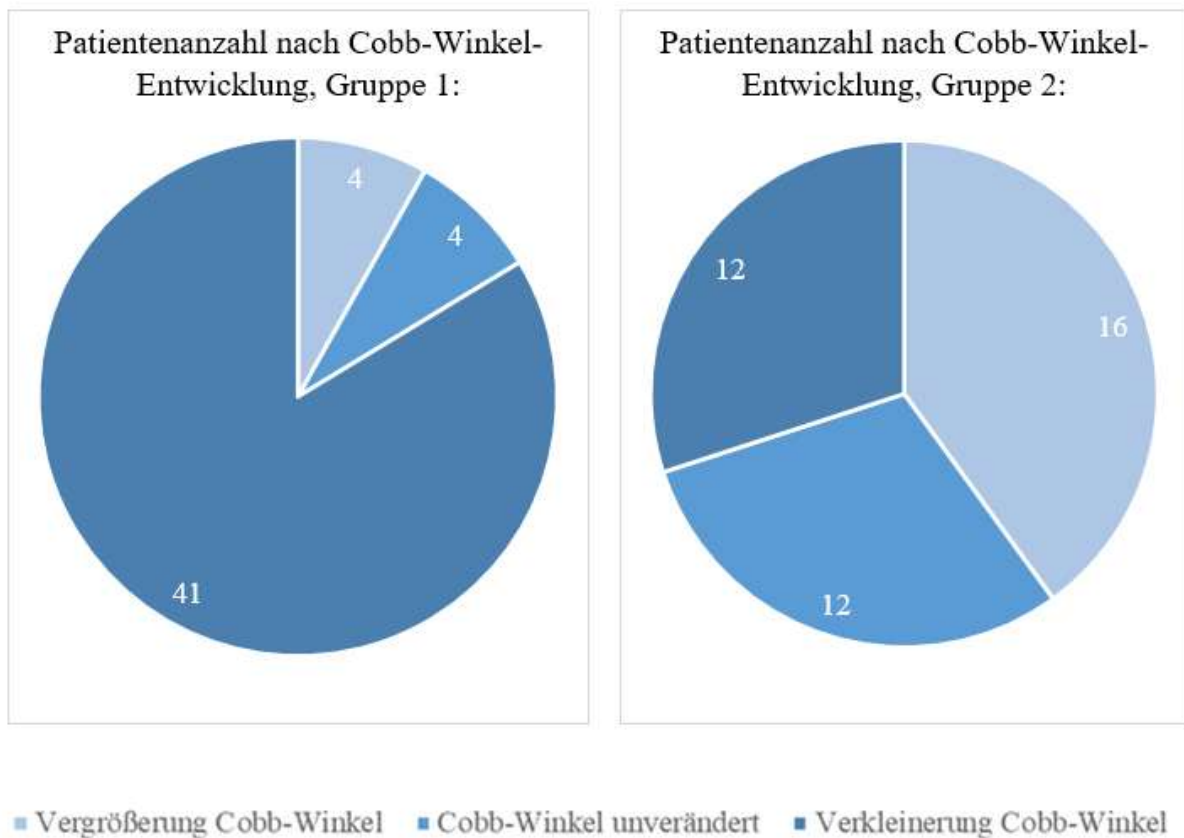
Basis vorhandener Röntgen-Aufnahmen bestimmt werden konnte, zeigte die Mehrheit der Patient\*innen (54,9%) eine Lenke Typ 5c Skoliose, d.h. eine c-förmige lumbale oder thorakolumbale Skoliose mit starker lumbaler Abweichung. Ebenfalls traten im Patient\*innenkollektiv Lenke Typ 1a Skoliose (22,88%) und Lenke Typ 1b (15,03%) auf. Auch Lenke Typ 1 Skoliosen sind C-förmig und einfach thorakal. Die anderen Lenke Typen traten deutlich seltener auf. Im Wesentlichen waren im Patient\*innenkollektiv Typ 1 und 5 vertreten. Da bei der Erfassung der Cobb-Winkel im Verlauf der Studie sowohl die anhand der Röntgen-Aufnahmen von der Radiologie bestimmten als auch die von der behandelnden Ärztin/vom behandelnden Arzt selbst gemessenen Cobb-Winkel erfasst wurden, wurde diese Werte miteinander verglichen. Ziel war es, herauszufinden, ob es dabei zwischen der radiologischen Messung und der Messung während der Sprechstunde zu größeren Abweichungen kam. Aufgrund normalverteilter Daten wurde ein t-Test für Mittelwertvergleiche durchgeführt. Zwischen den initial gemessenen Cobb-Winkeln der Radiologie ( $M=25,26^\circ$ ;  $SD=10,62^\circ$ ) und denen der Ärzt\*innen ( $M=24,30^\circ$ ;  $SD=10,44^\circ$ ) gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied ( $p = 0,512$ ).

#### **4.6. Vergleich der Patient\*innengruppen anhand des Cobb-Winkels**

Im Folgenden wurden die beiden Patient\*innengruppen anhand ihrer initialen und finalen Cobb-Winkel verglichen. In die Betrachtung wurden die 89 Patient\*innen einbezogen, bei denen auch Follow-Up Daten bezüglich des Cobb-Winkels vorlagen. Bei den restlichen in der Studie befindlichen Patient\*innen lagen entweder keine Follow-Up Daten vor oder es wurde nicht nochmals eine radiologische Bildgebung durchgeführt.

Der durchschnittliche initiale Cobb-Winkel betrug in Patient\*innengruppe 1 (Risser 0-2,  $N=49$ )  $23,85^\circ$  ( $SD\ 10,61^\circ$ ) und  $21,90^\circ$  ( $SD\ 9,59^\circ$ ) in Patient\*innengruppe 2 (Risser 3-5,  $N=40$ ) und war somit in Gruppe 1 etwas höher. Der finale Cobb-Winkel zum letzten erfassten Follow-Up Zeitpunkt betrug in Gruppe 1 durchschnittlich  $17,40^\circ$  ( $SD\ 8,29^\circ$ ) und  $21,07^\circ$  in Gruppe 2 ( $SD\ 8,80^\circ$ ). Betrachtet man die Mittelwerte, ist somit im Vergleich zum Ausgangswert am Ende des Follow-Up-Zeitraums in beiden Patient\*innengruppen eine Besserung der Cobb-Winkel erkennbar gewesen. Dabei lag die durchschnittliche Differenz zwischen initialen und finalen Cobb-Winkel in Gruppe 1 bei  $M=6,45^\circ$  ( $SD=8,50^\circ$ ) und war somit deutlich höher als in Gruppe 2 mit  $M=0,83^\circ$  ( $SD=6,29^\circ$ ).

#### 4. Ergebnisse



**Abbildung 9: Entwicklung der Cobb-Winkel der Patient\*innengruppen im Therapiezeitraum durch Vergleich zwischen initialen und finalen Cobb-Winkel**

Um den Therapieeffekt einschätzen zu können, wurden die initialen und finalen Cobb-Winkel der einzelnen Patient\*innen miteinander verglichen. In Gruppe 1 (Risser 0-2) fand bei 8,2% der Patient\*innen eine Verschlechterung statt (Zunahme des Cobb-Winkels) mit  $M = -1,75^\circ$ ;  $SD = 1,50^\circ$  für die Differenz zwischen den initialen und finalen Cobb-Winkel. Die minimale Zunahme des Cobb-Winkels betrug dabei  $1^\circ$ , die maximale Zunahme  $4^\circ$ . Bei weiteren 8,2% der Patient\*innen hatte keine Veränderung stattgefunden. Bei 83,6% war eine Verbesserung (Verringerung des Cobb-Winkels) zu beobachten (für die Differenz  $M = 8,24^\circ$ ;  $SD = 8,52^\circ$ ). Dabei war die minimale Verbesserung  $1^\circ$  und die maximale Verbesserung  $41^\circ$ .

In Gruppe 2 (Risser 3-5) fand im Vergleich zu Gruppe 1 mit 40,0% der Patient\*innen bei deutlich mehr Patient\*innen eine Verschlechterung (Zunahme des Cobb-Winkels) statt (für die Differenz  $M = -3,75^\circ$ ;  $SD = 2,69^\circ$ ). Die minimale Zunahme lag bei  $1^\circ$  und die maximale Zunahme bei  $11^\circ$ . Bei 30,0% hatte keine Veränderung des Cobb-Winkels stattgefunden. Bei weiteren 30,0% war eine Verbesserung (Abnahme des Cobb-Winkels) zu verzeichnen (für die Differenz  $M = 7,75^\circ$ ;  $SD = 6,84^\circ$ ). Die minimale Verbesserung lag bei  $2^\circ$ , die maximale Verbesserung bei  $20^\circ$ . Somit ließ sich in Gruppe 2 bei deutlich weniger Patient\*innen eine Verringerung des Cobb-Winkels erzielen als in Gruppe 1.

Abschließend wurde ein möglicher Zusammenhang zwischen Therapiedauer und Therapieerfolg untersucht, wobei Therapieerfolg hier als Verringerung des Cobb-Winkels definiert wurde. Insgesamt hat sich der Cobb-Winkel bei 53 von 89 Patient\*innen (59,55%) verringert. Die Therapiedauer und der Therapieerfolg korrelierten hierbei jedoch nicht miteinander ( $p = 0,237$ ).

## 5. Diskussion

### 5.1. Diskussion der Hypothesen

Der Anteil der zu spät diagnostizierten Patient\*innen (Risser 3-5) war in dieser Arbeit mit 49,3% relativ hoch. Auch bei ähnlichen Studien war der Anteil der Patient\*innen mit einem Risser-Stadium über 2 hoch. Bei Anthony et al. betrug er beispielsweise 55 % (5). Bei Adobor et al. betrug dieser Anteil sogar 60 % (2). Dies bestätigt, dass ein hoher Anteil von Patient\*innen spät diagnostiziert wird.

Doch wirkt sich dieser Umstand negativ auf das Therapieoutcome aus? Dazu wurde die erste der in Abschnitt 2.5. aufgeführte Hypothesen mit den Ergebnissen dieser Arbeit verglichen. Sie ging davon aus, dass Patient\*innen, die erst nach Abschluss des Hauptwachstums (mit Risserstadium 3-5) diagnostiziert und therapiert werden, einen schlechteren Outcome bezüglich des Cobb-Winkels (keine Verbesserung durch die Therapie bzw. sogar Progredienz) haben als Patient\*innen mit Risser 0-2. Bei den Patient\*innen, die mit Risser 0-2 diagnostiziert wurden, fand nur bei 8,2% eine Zunahme des Cobb-Winkels im Beobachtungszeitraum statt und bei 83,6% konnte der Cobb-Winkel reduziert werden, bei den Patient\*innen mit Risser 3-5 dagegen nahm bei 40% der Cobb-Winkel zu und bei 30% konnte er durch die Therapie verbessert werden. Daraus kann man schließen, dass zum einen bei den früher diagnostizierten Patient\*innen häufiger eine Progression der AIS durch die Therapie verhindert werden konnte und zum anderen bei mehr Patient\*innen eine Verbesserung des Cobb-Winkels stattgefunden hat. Die erste Hypothese lässt sich anhand der Ergebnisse der Arbeit also bestätigen. Das entspricht auch den Ergebnissen anderer Studien. Liu et al. konnten beispielsweise feststellen, dass der Therapieerfolg der Skoliose-spezifischen Physiotherapie bei jüngeren Patient\*innen mit einem geringerem Risser-Stadium höher war (46). Auch Aulisa et al. konnten eine höhere Reduktion des Cobb-Winkels durch die Therapie bei Patient\*innen mit einem initialen Risser-Stadium von 2 oder niedriger beobachten (7).

Insgesamt zeigen die Ergebnisse aber auch, dass eine Therapie selbst noch bei 60% der spät diagnostizierten Patient\*innen eine Progredienz des Cobb-Winkels verhindern konnte bzw. sogar zu einer Verringerung geführt hat. Somit lässt sich also sagen, dass eine Skoliosetherapie auch bei Patient\*innen mit Risser  $\geq 3$  sinnvoll ist. Dies bestätigen auch

Kawasaki et al. in ihrer Studie, die eine Korsetttherapie auch bei einem Risser-Stadium von 3 oder höher empfiehlt (36).

Zusammenfassend kann man sagen, dass sich alle Grundannahmen, auf denen die Arbeit beruht, bestätigen lassen: Ein hoher Anteil der Patient\*innen wird zu spät diagnostiziert und dies führt zu einem geringeren Therapieerfolg. Daher erfolgt nun der Vergleich der verbleibenden Hypothesen mit den Ergebnissen der Arbeit, um Einflussfaktoren auf den Diagnosezeitpunkt identifizieren zu können.

Die zweite Hypothese ging davon aus, dass Patient\*innen, die mit Risser 3-5 diagnostiziert und therapiert werden, und ihre Eltern über einen niedrigeren Bildungsstand verfügen als früh diagnostizierte Patient\*innen mit Risser 0-2. Bei den Patient\*innen mit Risser 0-2 strebte ein geringerer Anteil ein Abitur an als bei den Patient\*innen mit Risser 3-5. Für die Patient\*innen selbst lässt sich die Hypothese also nicht bestätigen. Allerdings muss man hier berücksichtigen, dass die Angabe des angestrebten Abschlusses nur eine Momentaufnahme darstellt und deshalb nicht erfasst werden kann, welchen Abschluss die Jugendlichen letztendlich tatsächlich erlangen. Zudem waren die Patient\*innen mit Risser 0-2 bei Ersterfassung dieser Angaben jünger, weshalb der angestrebte Abschluss möglicherweise noch unklar bzw. nicht endgültig war.

Anders verhielt es sich bei den Eltern der Patient\*innen. Der Anteil der Mütter und Väter mit Abitur und akademischen Abschluss war bei den Patient\*innen mit Risser 0-2 höher. In dieser Hinsicht lässt sich die Hypothese bestätigen. Man kann also sagen, dass bei den früh diagnostizierten Patient\*innen der Bildungsstand der Eltern durchschnittlich höher war. Ein höherer Bildungsstand der Eltern führt also dazu, dass die Patient\*innen früher diagnostiziert werden.

Andere Studien haben erfasst, ob das Einkommensniveau der Eltern den Diagnosezeitpunkt beeinflusst. Goldstein et al. konnten keinen Zusammenhang zwischen diesen Faktoren nachweisen (26). Dies bestätigten auch Russell et al (72). Das Einkommensniveau der Eltern beeinflusst also nicht den Diagnosezeitpunkt. Der Bildungsstand der Eltern wurde in den anderen Studien nicht als Einflussfaktor für den Diagnosezeitpunkt erfasst. Allerdings haben Hagen et al. im Rahmen der deutschen KiGGS Umfrage herausgestellt, dass Jugendliche aus Familien mit geringerem sozialem Status seltener die J1 Untersuchung wahrnehmen. Da dort häufig Skoliosen entdeckt werden, werden bei Nicht-Wahrnehmen der J1 Untersuchung Skoliosen seltener entdeckt (29). Daraus kann man schlussfolgern, dass in Familien mit geringerem sozialem Status die Skoliosen zum Teil später entdeckt werden. Da der Bildungsstand der Eltern ein Einflussfaktor für den sozialen Status der Familie darstellt, würde

ein niedrigerer Bildungsstand folglich zu einem niedrigeren sozialen Status und damit zu einem erhöhten Risiko für die verspätete Diagnose von Erkrankungen wie Skoliose führen.

Die nächste Hypothese der Arbeit beinhaltete, dass Patient\*innen, die erst mit Risser 3-5 diagnostiziert und therapiert werden, häufiger in Scheidungsfamilien leben als früh diagnostizierte Patient\*innen mit Risser 0-2.

Bei den spät diagnostizierten Patient\*innen war der Anteil an Jugendlichen, die nur mit einem Elternteil leben, höher. Somit lässt sich die Hypothese bestätigen. Die familiäre Situation kann also als Einflussfaktor für den Diagnosezeitpunkt herangezogen werden. Dies unterstreichen die Ergebnisse der Arbeit von Han et al., in der Jugendliche mit AIS aus Ein-Eltern-Familien eine geringere Lebensqualität hatten. Außerdem zeigte der psychologische Zustand des Elternteils einen hohen Einfluss auf das Verhalten und die Therapiecompliance der Kinder (30). Rattay et al. bestätigen ebenfalls, dass die Gesundheitskompetenz in Ein-Eltern-Familien niedriger ist (69). Diese Faktoren könnten Ursachen dafür sein, dass die Eltern die Skoliose später entdecken bzw. später eine ärztliche Diagnostik durchgeführt wird.

Bezüglich der vierten Hypothese der Arbeit, dass bei früh diagnostizierten Patient\*innen (mit Risser 0-2) häufiger Skoliosen im familiären Umfeld vorliegen, lässt sich sagen, dass in der früh diagnostizierten Gruppe der Anteil an Patient\*innen mit familiärer Disposition etwa 10% höher war als in der spät diagnostizierten Gruppe. Somit lässt sich die Hypothese bestätigen. Patient\*innen aus Familien, in denen Skoliose bereits bei anderen Familienmitgliedern aufgetreten ist, werden früher diagnostiziert bzw. die Skoliose wird früher entdeckt.

Die letzte Hypothese beinhaltete, dass bei früh diagnostizierten Patient\*innen mit Risser 0-2 die Lebens- und Therapiezufriedenheit im Therapieverlauf höher ist als bei spät diagnostizierten Patient\*innen mit Risser 3-5. Bezüglich der Lebenszufriedenheit im Follow-Up Zeitraum ließen sich zwischen den früh und spät diagnostizierten Patient\*innen keine eindeutigen Unterschiede feststellen. Die Patient\*innen gaben aber im Durchschnitt an, dass sie eher unzufrieden wären, mit dem aktuellen Ausmaß ihrer Skoliose weiterzuleben. Dies lässt darauf schließen, dass die Patient\*innen sich durch die Erkrankung beeinträchtigt fühlen und das Ausmaß verbessern wollen. Auch bei der Therapiezufriedenheit gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Patient\*innengruppen. Auf einer Skala von 1 bis 10 wurden durchschnittlich Werte zwischen 7,4 und 8 angegeben, was auf einer relativ hohen Therapiezufriedenheit schließen lässt. Somit lässt sich für diese Arbeit die letzte Hypothese nicht bestätigen. Die Lebens- und Therapiezufriedenheit war bei den früh diagnostizierten Patient\*innen nicht signifikant höher. Einschränkend muss hier aber erwähnt werden, dass die Patientenzahl in den Follow-Up Gruppen, vor allem beim 3. Follow-Up, relativ gering war.

Außerdem betrug der Follow-Up Zeitraum aufgrund der Dauer der Studie maximal 3 Jahre. Somit sind langfristige Auswirkungen auf die Zufriedenheit und Lebensqualität der Patient\*innen, vor allem später im Erwachsenenalter, nicht erfassbar. Betrachtet man hierzu andere Studien, zeigt sich sehr wohl ein Einfluss der Skoliose auf diese Faktoren.

In der Studie von Goldberg et al. gaben die Patient\*innen mit AIS an, sich im Vergleich zu Altersgenossen weniger gesund zu fühlen und Einschränkungen bei sportlichen Aktivitäten, längerem Sitzen oder Laufen sowie beim Aufbau von sozialen Kontakten zu erleben (25). Weinstein et al. zeigten außerdem auf, dass die Patient\*innen mit AIS im Erwachsenenalter häufiger unter chronischem Rückenschmerz litten und eine geringere Lebensqualität angaben (89). Bei der Untersuchung von unbehandelten bzw. nach abgeschlossenem Wachstum zu spät behandelten Patient\*innen mit idiopathischer Skoliose fanden Dickson et al. zusätzlich heraus, dass diese im Vergleich zu Gesunden im höheren Erwachsenenalter, vor allem bei hohen initialen Cobb-Winkeln, bezüglich ihrer physischen und funktionellen Fähigkeiten eingeschränkt waren (20). Unbehandelte bzw. zu spät behandelte Skoliosen können also die Lebenszufriedenheit und -qualität der Patient\*innen negativ beeinflussen.

### 5.2. Diskussion weiterer Ergebnisse

Fast die Hälfte der Patient\*innen gaben an, dass aus ihrer Sicht die Diagnose der Skoliose zu spät erfolgt ist. Als Ursachen hierfür gaben die meisten die Wartezeit auf einen Termin bei der Fachärztin/beim Facharzt. Andere wollten abwarten, ob sich die Erkrankung ohne Therapie verschlechtert. Dass die verlängerte Wartezeit auf einen Termin ein Problem bei der Diagnostik darstellt, bestätigt ebenfalls die Studie von Tarrant et al. (80).

Weiterhin wurde angegeben, dass sich die Suche nach einem/r Facharzt/Fachärztin schwierig gestaltet hat oder initial nicht die richtige Diagnose gestellt wurde. Hier wurden also vor allem äußere Umstände als Verzögerungsfaktoren angegeben. In anderen Studien zu diesem Thema, wie beispielsweise bei Lee et al., finden sich als Hauptgründe für eine Verzögerung vor allem fehlendes Wissen der Patient\*innen über die Erkrankung sowie der Versuch alternativer Heilmethoden. Viele gaben außerdem an, dass sie zu beschäftigt seien und keine Zeit zum Wahrnehmen der Arzttermine hätten (43). Bei Bull et al. gab außerdem die Mehrheit der Eltern an, dass sie vor der Diagnosestellung kein bzw. nur unzureichendes Wissen über Skoliose besaßen (11). Dies unterscheidet sich deutlich von den Angaben der Patienten in dieser Arbeit. Fehlende Zeit oder fehlendes Wissen wurden hier kaum als Verzögerungsfaktoren genannt.

Weiterhin ist auffällig, dass in dieser Arbeit bei den früh diagnostizierten Patient\*innen fast zwei-Drittel der Skoliosen vom Kinderarzt entdeckt wurden und auch in der spät

diagnostizierten Gruppe über die Hälfte der Patient\*innen. Bei den anderen Patient\*innen wurde die Skoliose zumeist von den Eltern entdeckt. Nur sehr weniger Skoliosen wurden von den Patient\*innen selbst oder in Schule bzw. Sportverein entdeckt. Bei Patient\*innen wo die Skoliose von den Eltern entdeckt wurde, war das durchschnittliche Risser-Stadium etwas höher.

Dies bestätigen auch Heemskerk et al. – der Zeitraum, in dem eine effiziente Therapie der Skoliose möglich war, wurde häufiger verpasst, wenn die Skoliose durch die Eltern entdeckt wurde und nicht durch einen Facharzt/ eine Fachärztin.

Weiterhin war die Sensitivität des Skoliose Screenings deutlich geringer, wenn es durch die Eltern durchgeführt wurde (31). Es sollte also angestrebt werden, dass die Skoliose durch ärztliches Personal entdeckt wird, da hier eine frühere und zuverlässigere Diagnose möglich ist. Bei Studien aus anderen Ländern verhält sich die Situation bezüglich der Erstentdeckung einer Skoliose meist anders. In der britischen Studie von Ali Fazal et al. wurde bei 63 % der Jugendlichen die Skoliose von Familie oder Freunden entdeckt (4). In der kanadischen Studie von Anthony et al. waren es 59% (5). Die norwegische Studie von Adobor et al. zeigte sogar, dass die Skoliose bei 73 % der Patient\*innen von Familienmitgliedern entdeckt wurde und hier außerdem das Risser-Stadium niedriger war als bei den von ärztlicher Seite entdeckten Skoliosen (2).

Ein Grund dafür, dass die Skoliosen in dieser Arbeit deutlich häufiger von den Kinderärzten entdeckt wurden, könnte die in Deutschland durchgeführte J1-Untersuchung sein, die für alle Jugendlichen verfügbar ist und bei der Skoliosen häufig entdeckt werden (29).

Um die Frage zu klären, ob die geographische Herkunft bzw. ein Migrationshintergrund der Familie den Diagnosezeitpunkt beeinflussen, gab es leider mit insgesamt nur 6 Patient\*innen zu wenige Patient\*innen, die keine deutsche Staatsangehörigkeit hatten. Das Geschlecht der Patient\*innen hatte keinen signifikanten Einfluss auf den Diagnosezeitpunkt.

Zusammenfassend konnte in dieser Arbeit bestätigt werden, dass eine relevante Anzahl der Patient\*innen mit AIS zu spät diagnostiziert wird und sich dieser Umstand negativ auf das Therapieoutcome bezogen auf die Veränderung des Cobb-Winkels auswirkt. Weiterhin konnten als Risikofaktoren für eine verzögerte Diagnostik ein niedriger Bildungsstand und sozialer Status der Eltern identifiziert werden. Weiterhin wirkt es sich negativ auf eine frühzeitige Diagnostik aus, wenn die Patient\*innen in einer Scheidungs- bzw. Einelternfamilie leben und wenn im Familien- und Bekanntenkreis noch keine Skoliose aufgetreten ist. Zudem können eine langwierige Suche nach einem Facharzt/ einer Fachärztin, eine falsche Diagnosestellung und das Zögern der Familien, ärztlichen Rat einzuholen, verzögernde

Faktoren darstellen. Außerdem werden die Skoliosen später entdeckt, wenn Patient\*innen nicht in regelmäßigen Abständen beim Kinderarzt vorstellig werden bzw. die J1-Untersuchung nicht wahrgenommen wird. Eine verspätete Diagnose der AIS wirkte sich im Follow-Up Zeitraum nicht signifikant auf die Lebens- oder Therapiezufriedenheit aus.

### **5.3. Konsequenzen der Ergebnisse für die aktuelle Diagnostik**

In Deutschland leiden insgesamt etwa 3-5 % der Bevölkerung an einer Skoliose (57). Dies hat sowohl negative Auswirkungen auf die Betroffenen selbst als auch auf die Gesellschaft. Durch die eingeschränkte Funktionsfähigkeit der Wirbelsäule ist im Vergleich zu Gesunden im Erwachsenenalter nicht nur der allgemeine Gesundheitszustand und somit die Lebensqualität reduziert, sondern es kommt auch häufiger zu Schmerzzuständen. Dies führt zu sekundären Funktionsstörungen und je nach beruflicher Tätigkeit zusätzlich zu einer eingeschränkten Leistungsfähigkeit. Krümmungsverbesserungen sind im Erwachsenenalter nur noch sehr eingeschränkt zu erzielen. Hier geht es dann vor allem um Schmerzlinderung und Erhalt der Arbeitsfähigkeit (38). Die Erkrankung sorgt also nicht nur für einen individuellen, sondern ebenfalls für einen wirtschaftlichen Schaden. Vor allem bei Krümmungen, die auch nach Abschluss des Wachstums noch eine Cobb-Winkel von über 50° haben, ist mit einer jährlichen Progression der Skoliose von bis zu 1° zu rechnen (84). Ein hoher Cobb-Winkel sowie eine fortgeschrittene skelettale Reife sind Hauptrisikofaktoren für die Progression der Skoliose (35). Eine angemessene Therapie kann nicht nur die Krümmung reduzieren, sondern auch die Lebensqualität der Patient\*innen signifikant verbessern (13). Da eine Krümmungsverbesserung, wie bereits in Abschnitt 2.1.3. erwähnt, hauptsächlich nur im Kindesalter vor Vollendung des Wachstums möglich ist, ist eine Früherkennung besonders wichtig. Was lassen sich also aus den in dieser Arbeit identifizierten Risikofaktoren für Konsequenzen bezüglich des aktuellen diagnostischen Vorgehens ziehen?

Ein in dieser Arbeit identifiziertes Risikogebiet ist der niedrige Bildungsstand der Eltern, fehlendes Wissen der Eltern bzw. der Patient\*innen über die Erkrankung sowie fehlendes Auftreten der Erkrankung im familiären Umfeld. Somit ist es enorm wichtig, die Beteiligten frühzeitig besser über Skoliose zu informieren und die Präsenz der Thematik in der Gesellschaft zu erhöhen. Ein zunehmender Anteil von Eltern nutzt zur Informationsgewinnung über Erkrankungen das Internet (68). Nason et al. zeigten jedoch, dass der Informationsgehalt von Websites über Skoliose insgesamt unzureichend ist. Außerdem ginge oft für die Eltern nicht eindeutig hervor, welche Internetquellen zuverlässige Informationen bieten würden (60). Deshalb sollten Eltern und Betroffenen bei Diagnosestellung ausreichende Informationen über die Erkrankung zur Verfügung gestellt und seriöse Websites und Internetquellen zur weiteren Informationsgewinnung empfohlen werden. Dies kann in Form von Flyern bzw. Informationsbroschüren erfolgen. Eine weitere Möglichkeit ist die Schulung der Eltern, sowohl

von Betroffenen als auch von Kindern im Risikoaltersbereich) über online Vorträge oder Apps. Dadurch zeigte sich eine signifikant erhöhte Sensitivität bezüglich des Entdeckens einer Skoliose (19).

Eine verbesserte Schulung der Eltern ersetzt allerdings nicht die Vorstellung beim Facharzt/ bei der Fachärztin. Hier liegt ein weiterer Risikofaktor für verspätete Diagnostik: lange Wartezeiten für einen Termin bzw. erschwerte Suche nach einem Facharzt/ einer Fachärztin. Deshalb sollten bereits bei Stellen der Verdachtsdiagnose durch den Kinderarzt/ die Kinderärztin entsprechende Anlaufstellen empfohlen werden. Zur Verkürzung der Wartezeiten auf einen Termin kann die Nutzung von Online-Software zur Terminvereinbarung wie beispielsweise Doctolib sinnvoll sein. Ein anderer Lösungsansatz ist die Entlastung des Fachpersonals, insbesondere über den gesamten Therapieverlauf, was Wartezeiten verringern könnte. Diese Entlastung kann durch die Nutzung von spezifischen Apps, wie beispielsweise Scolio Track, Scoliometer oder Scolio Detector, erfolgen. Diese ermöglichen das Erfassen der spinalen Cobb-Winkel sowie eine Verlaufskontrolle durch Messung über die App (entweder durch in das Smartphone integrierte Sensoren oder in Verbindung mit den Kameras des PCs/Tablets). Dies reduziert nicht nur die Häufigkeit der Arztbesuche, sondern ermöglicht auch eine Erfolgskontrolle der Therapie durch die Patient\*innen. Alle behandelnden Personen können die Daten einsehen, wodurch nicht nur das Patientenaufkommen reduziert wird, sondern auch das Therapiemonitoring verbessert werden kann. Weiterhin stellen viele Apps zusätzlich zahlreiche Informationen über die Erkrankung bereit und erlauben auch die Kommunikation zwischen verschiedenen Behandelnden (3, 10).

Ein weiterer Faktor, der sich positiv auf die frühere Erkennung von AIS auswirken würde, ist die gezielte Schulung von allen Personen, die in die medizinische Versorgung und Betreuung von Kindern und Jugendlichen involviert sind, neben ärztlichen und pflegerischen Personal insbesondere auch Physiotherapeut\*innen sowie Mitarbeitende in Sportvereinen, Betreuungseinrichtungen und Schulen (5). Das kann beispielsweise durch Vorträge von Fachpersonal an den entsprechenden Einrichtungen erfolgen. Weiterhin sollte die Teilnahme an der J1-Untersuchung erhöht werden, da diese, wie bereits in Abschnitt 5.1. erwähnt, zu einer frühzeitigeren Entdeckung der Skoliose führen kann. Hierzu kann an Schulen und bei Elternversammlungen sowie bei Familienberatungsstellen Infomaterial zur Verfügung gestellt werden.

### **5.4. Sollte ein Screening in Deutschland eingeführt werden?**

Wie bereits in Abschnitt 2.3. dargelegt, gibt es in Deutschland kein explizites Screeningprogramm für AIS. Die J1-Untersuchung wird seit 1998 für 13- bis 14-Jährige durchgeführt. Skoliosen und Schilddrüsenerkrankungen werden bei den Jugendlichen hier häufig entdeckt. Trotz dessen ist die Beteiligungsrate mit ungefähr 33 % seit Einführung der

J1 niedrig geblieben. Bei Jugendlichen mit einem Migrationshintergrund war die Beteiligung mit 15 % sogar noch niedriger. Außerdem wird bei Routinebesuchen bei Kinderärzten in diesem Alter für gewöhnlich nicht die Wirbelsäule beurteilt, sodass hier Skoliosen seltener entdeckt werden als in der J1 (29). Es stellt sich also die Frage, ob die Einführung eines spezifischen Skoliose Screenings in Deutschland aus den genannten Gründen sinnvoll wäre. Um diese Frage beantworten zu können, ist es sinnvoll, sich Studien aus anderen Ländern anzusehen, in denen ein derartiges Screening durchgeführt wird. Dazu lässt sich sagen, dass die Studienlage hier widersprüchlich ist. Die amerikanische Studie von Meirick et al. ergab beispielsweise, dass bei 39 % der Patient\*innen, die im Screening aufgefallen waren, eine unnötige Diagnostik durchgeführt wurde aufgrund eines zu geringen Ausmaßes des Cobb-Winkels, bei dem keine Therapieindikation bestand. Die dabei entstandenen Kosten betrugen circa 780 USD pro Patient\*in (51). Fong et al. geben im Rahmen ihrer Metaanalyse außerdem zu bedenken, dass der prädiktive Wert des Vorbeugetests, der im Rahmen des Screenings meist durchgeführt wird, gering sei. Ein früherer Therapiebeginn von wenigen Patient\*innen stünde einer hohen Rate von falsch-positiven Ergebnissen gegenüber, die zu unnötigen Kosten und Strahlenbelastung durch die Röntgenaufnahmen führen würden. Außerdem würde unnötige Diagnostik sowohl bei den Jugendlichen als auch den Eltern zu einer psychischen Belastung führen (24). Dem schließen sich auch die Ergebnisse von Yawn et al an (93). Durch das Scoliosescreening in den USA und die frühere Behandlung einiger Patient\*innen ließ sich in der Studie von Dunn et al. zudem insgesamt kein signifikanter Gesundheitsvorteil im Erwachsenenalter feststellen (23).

Es gibt aber auch nicht wenige Studien, die ein Skoliose-Screening für sinnvoll erachten. Adobor et al. fanden beispielsweise heraus, dass in Norwegen, wo bisher kein Screening durchgeführt wird, die Mehrheit der Patient\*innen, die mit AIS diagnostiziert wurden, ein bereits zum Großteil oder vollständig abgeschlossenes Skelettwachstum aufwiesen (2). Das bestätigten ebenfalls die kanadischen Studien von Beausejour et al. (8) sowie Anthony et al. (5). In der dänischen Studie von Ohrt-Nissen et al. stellte sich außerdem heraus, dass Patient\*innen ohne Screening im Vergleich zu Gescreenten einen höheren durchschnittlichen Cobb-Winkel aufwiesen zum Diagnosezeitpunkt (64). Cho et al. zeigten, dass durch das Schul-Screening in Süd-Korea die Rate an verspätet diagnostizierten Skoliosen verringert werden konnte (17). In der Studie von Thomas et al. stellte sich heraus, dass sich nach Abschaffung eines Schul-Screenings zum einen die durchschnittlichen Cobb-Winkel sowie der Anteil an Patient\*innen mit AIS, die ein Korsett benötigten, erhöhten, zum anderen aber auch mehr unnötige Diagnostik durchgeführt wurde (82). Als Hauptprobleme bei der Einführung eines standardisierten Screening Programms sehen Oetgen et al. sowohl die Kosten als auch einen fehlenden Konsens bezüglich einer standardisierten Screening Methode und eines spezifischen Alters, in dem das Screening durchgeführt werden soll. Weiterhin sei die

Studienlage bezüglich der Effektivität eines Skoliose Screenings nicht ausreichend, um sich klar dafür oder dagegen auszusprechen (63). Die unzureichende Studienlage diesbezüglich wurde auch in der Recherche zu dieser Arbeit deutlich.

Ob die Einführung eines Skoliose-Screenings in Deutschland also tatsächlich vorteilhaft wäre, bleibt fraglich. Es könnte durchaus die Rate an verspätet diagnostizierten Patient\*innen senken, sodass eine effektivere Therapie und ein besseres Outcome möglich wären. Allerdings bestünde dem Gegenüber die Gefahr einer vermehrten unnötigen Diagnostik, was zu einer Belastung für die Patient\*innen und erhöhten Kosten führen würde. Es empfiehlt sich eher, bei den in Abschnitt 5.2. identifizierten Risikopatient\*innen eine regelmäßige ärztliche Begutachtung und Betreuung sicherzustellen und die in Abschnitt 5.3. genannten Maßnahmen zur Optimierung der Diagnostik umzusetzen, um auch ohne Einführung eines spezifischen landesweiten Screenings die Anzahl an verspätet diagnostizierten Patient\*innen reduzieren zu können. Zur tatsächlichen Einführung eines standardisierten Screenings sind weitere Studien zum Nutzen von diesem notwendig. Weiterhin wäre eine Erfassung und Gegenüberstellung der Kosten eines Screenings sowie der Kosten, die durch eine verspätete oder fehlende Diagnose entstehen, sinnvoll. Hierzu konnten während der Recherche für diese Arbeit keine entsprechenden Daten für Deutschland gefunden werden. Ebenfalls sollte berücksichtigt werden, dass sich durch die zukünftig vermehrte Nutzung von in Abschnitt 5.3. erwähnten neuen diagnostischen Methoden, wie beispielsweise die Erfassung von Cobb-Winkeln via App bzw. Smartphone, die Kosten-Nutzen-Relation von Screenings verschieben könnte. Deshalb wäre in einigen Jahren eine Reevaluation bezüglich der Einführung eines Screenings notwendig.

### 5.5. Limitationen der Arbeit

Bei der vorliegenden Arbeit ergeben sich einige Limitationen. Die Angaben der Patient\*innen in den verwendeten Fragebögen waren in einigen Fällen unvollständig und konnten daher nicht verwendet werden. Weiterhin wurden einige Daten aus subjektiven Angaben der Patienten gewonnen. Insbesondere Fragen wie „Wann und von wem wurde die Skoliose zuerst entdeckt?“ sind dabei anfällig für recall bias. Weiterhin wurde für die Messung des Therapieerfolgs der Cobb-Winkel verwendet. Ob dieser der beste Indikator für den Therapieerfolg ist, lässt sich in Frage stellen, insbesondere weil die Korrelation zwischen der Reduktion des Cobb-Winkels durch die Therapie und der Verbesserung der Lebensqualität nur bedingt gegeben ist (65). Ähnlich verhält es sich mit der Verwendung des Risser-Stadiums für die Verwendung der skelettalen Reife. Dieses kann nicht in allen Phasen des pubertären Wachstums gleichermaßen gut für die Bestimmung der skelettalen Reife verwendet werden (53). Außerdem wurden hier als Hauptfaktoren für das Therapieoutcome ein früher Diagnosezeitpunkt und Therapiebeginn betrachtet. Hier lassen sich aber auch weitere

Einflussfaktoren, beispielsweise Therapiecompliance der Patient\*innen oder Art der durchgeführten Therapie, identifizieren. Die Betrachtung dieser ist ebenfalls empfehlenswert. Des Weiteren sind soziale Faktoren im Bezug auf eine adäquate Diagnostik und Therapie in Deutschland aufgrund einer flächendeckenden und für alle verfügbaren Gesundheitsversorgung weniger ausschlaggebend als in anderen Ländern, wo diese Voraussetzungen nicht gegeben sind (30). Hier würden sich die Einflussfaktoren vermutlich anders darstellen.

Die Hauptlimitation der Arbeit besteht in der fehlenden statistischen Signifikanz der Ergebnisse. Für ein statistisch eindeutiges Ergebnis sind vermutlich eine größere Studiengruppe, eine höhere Zahl an follow-up Daten sowie ein längerer Beobachtungszeitraum nötig. Trotz dessen ließen sich aus den Ergebnissen eindeutige Tendenzen ableiten, die sich, wie in Abschnitt 5 dargelegt, auch in anderen wissenschaftlichen Arbeiten finden lassen. Insgesamt ließ sich bei der Recherche feststellen, dass die Studienlage bezüglich der Hypothesen dieser Arbeit noch unzureichend ist und hierzu weitere wissenschaftliche Arbeiten wünschenswert sind, insbesondere im Hinblick auf die in dieser Arbeit dargelegte Relevanz der Thematik. Aufgrund des Umfangs des Fragebogens konnten allerdings nicht alle Daten erfasst werden, die bezüglich der Fragestellung von Interesse wären. Deswegen erfolgte bei der Erstellung des Fragebogens eine Fokussierung auf ausgewählte Hypothesen, die natürlich nicht alle Aspekte der Thematik widerspiegeln können. Weitere interessante Fragestellungen könnten beispielsweise sein, inwieweit sich die Patient\*innen und Eltern ausreichend über die Erkrankung informiert gefühlt haben, Einkommen, Versicherungsstatus und Alter sowie Migrationshintergrund der Eltern als mögliche weitere Einflussfaktoren auf den Diagnosezeitpunkt. Weiterhin wäre eine Befragung der Patient\*innen sinnvoll, inwieweit aus ihrer Sicht eine frühzeitigere Diagnostik gewährleistet werden könnte. Wie bereits in Abschnitt 5.4. erwähnt, wäre ebenfalls die, insbesondere quantitative, Erfassung von Kosten und Nutzen eines Skoliose-Screenings und einer umfassenderen Frühdiagnostik sinnvoll.

## 6. Literaturverzeichnis

1. Abel MF, Singla A, Feger MA, Sauer LD, Novicoff W (2016). Surgical treatment of Lenke 5 adolescent idiopathic scoliosis: Comparison of anterior vs posterior approach. *World J Orthop.* 7(9): 553–60
2. Adobor RD, Riise RB, Sørensen R, Kibsgård TJ, Steen H, Brox JI (2012). Scoliosis detection, patient characteristics, referral patterns and treatment in the absence of a screening program in Norway. *Scoliosis.* 7(1): 18
3. Akazawa T, Torii Y, Ueno J, Saito A, Niki H (2021). Mobile Application for Scoliosis Screening Using a Standard 2D Digital Camera. *Cureus.* 13(3):e13944
4. Ali Fazal M, Edgar M (2006). Detection of adolescent idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Belg.* 72(2): 184–6
5. Anthony A, Zeller R, Evans C, Dermott JA (2021). Adolescent idiopathic scoliosis detection and referral trends: impact treatment options. *Spine Deform.* 9(1): 75–84
6. Asher MA, Burton DC (2006). Adolescent idiopathic scoliosis: natural history and long term treatment effects. *Scoliosis.* 1: 2
7. Aulisa AG, Guzzanti V, Falciglia F, Giordano M, Galli M, Aulisa L (2019). Brace treatment of Idiopathic Scoliosis is effective for a curve over 40 degrees, but is the evaluation of Cobb angle the only parameter for the indication of treatment? *Eur J Phys Rehabil Med.* 55(2): 231–40
8. Beauséjour M, Roy-Beaudry M, Goulet L, Labelle H (2007). Patient characteristics at the initial visit to a scoliosis clinic: a cross-sectional study in a community without school screening. *Spine (Phila Pa 1976).* 32(12):1349-54.
9. Bernstein P, Seifert J (2015). Die Skoliose im Wachstumsalter. *Orthop Unfallchirurgie Up2date.* 10(04): 259–76
10. Bottino L, Settino M, Promenzio L, Cannataro M (2023). Scoliosis Management through Apps and Software Tools. *Int J Environ Res Public Health.* 20(8):5520
11. Bull J, Grogan S (2010). Children having spinal surgery to correct scoliosis: a qualitative study of parents' experiences. *J Health Psychol.* 15(2):299-309

12. Bullmann V, Liljenqvist U (2019). Die idiopathische Skoliose. *Orthop Unfallchirurgie Up2date*. 14(06): 571–85
13. Burger M, Coetzee W, du Plessis LZ, Geldenhuys L, Joubert F, Myburgh E, van Rooyen C, Vermeulen N (2019). The effectiveness of Schroth exercises in adolescents with idiopathic scoliosis: A systematic review and meta-analysis. *South Afr J Physiother*. 75(1): 904
14. Burwell RG (2003). Aetiology of idiopathic scoliosis: current concepts. *Pediatr Rehabil*. 6(3–4): 137–70
15. Charles Y, Daures J-P, Rosa V, Diméglio A (2006). Progression Risk of Idiopathic Juvenile Scoliosis During Pubertal Growth. *Spine*. 31: 1933–42
16. Chazono M, Tanaka T, Marumo K, Kono K, Suzuki N (2015). Significance of peak height velocity as a predictive factor for curve progression in patients with idiopathic scoliosis. *Scoliosis*. 10: S5
17. Cho NI, Hwang CJ, Kim HY, Baik JM, Joo YS, Lee CS (2018). Referral patterns and patient characteristics at the first visit to a scoliosis center: a 2-year experience in South Korea without a school scoliosis-screening program. *J Neurosurg Pediatr*. 21(4):414-20
18. De Giorgi S, Piazzolla A, Tafuri S, Borracci C, Martucci A, De Giorgi G (2013). Chêneau brace for adolescent idiopathic scoliosis: long-term results. Can it prevent surgery? *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 22 Suppl 6: S815-822
19. de Groot C, Heemskerk JL, Willigenburg NW, Altena MC, Kempen DHR (2022). Educating Parents Improves Their Ability to Recognize Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Diagnostic Accuracy Study. *Children (Basel)*. 9(4):563
20. Dickson JH, Mirkovic S, Noble PC, Nalty T, Erwin WD (1995). Results of operative treatment of idiopathic scoliosis in adults. *J Bone Joint Surg Am*. 77(4):513-23
21. Dimeglio A (2001). Growth in pediatric orthopaedics. *J Pediatr Orthop*. 21(4): 549–55
22. DiMeglio A, Dimeglio A, Canavese F, Charles YP, Charles P (2011). Growth and adolescent idiopathic scoliosis: when and how much? *J Pediatr Orthop*. 31(1 Suppl): S28-36

23. Dunn J, Henrikson NB, Morrison CC, Nguyen M, Blasi PR, Lin JS (2018). Screening for Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Systematic Evidence Review for the U.S. Preventive Services Task Force. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US)
24. Fong DY, Lee CF, Cheung KM, Cheng JC, Ng BK, Lam TP (2010). A meta-analysis of the clinical effectiveness of school scoliosis screening. *Spine (Phila Pa 1976)*. 35(10):1061-71
25. Goldberg MS, Mayo NE, Poitras B, Scott S, Hanley J (1994). The Ste-Justine Adolescent Idiopathic Scoliosis Cohort Study. Part I: Description of the study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 19(14):1551-61
26. Goldstein RY, Joiner ERA, Skaggs DL (2015). Insurance status does not predict curve magnitude in adolescent idiopathic scoliosis at first presentation to an orthopaedic surgeon. *J Pediatr Orthop*. 35(1): 39–42
27. Grauers A, Danielsson A, Karlsson M, Ohlin A, Gerdhem P (2013). Family history and its association to curve size and treatment in 1,463 patients with idiopathic scoliosis. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 22(11): 2421–6
28. Grivas TB, Vasiliadis E, Savvidou OD, Triantafyllopoulos G (2008). What a school screening program could contribute in clinical research of idiopathic scoliosis aetiology. *Disabil Rehabil*. 30(10): 752–62
29. Hagen B, Strauch S (2011). The J1 Adolescent Health Check-Up. *Dtsch Arztebl Int*. 108(11): 180–6
30. Han J, Xu Q, Yang Y, Yao Z, Zhang C (2015). Evaluation of quality of life and risk factors affecting quality of life in adolescent idiopathic scoliosis. *Intractable Rare Dis Res*. 4(1):12-6
31. Heemskerk JL, de Groot C, Willigenburg NW, Altena MC, Kempen DHR (2022). Screening for adolescent idiopathic scoliosis is more accurate when performed by healthcare professionals compared to untrained parents: a diagnostic accuracy study. *Eur Spine J*. 31(9):2339-2347.
32. Hefti F (2002). Kongenitale Fehlbildungen an der Wirbelsäule. *Orthop*. 31(1): 34–43

33. Hefti F (2014). *Kinderorthopädie in der Praxis*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 3. Aufl. doi:10.1007/978-3-642-44995-6
34. Jin J (2018). Screening for Scoliosis in Adolescents. *JAMA*. 319(2): 202
35. Johnson MA, Flynn JM, Anari JB, Gohel S, Cahill PJ, Winell JJ, Baldwin KD (2021). Risk of Scoliosis Progression in Nonoperatively Treated Adolescent Idiopathic Scoliosis Based on Skeletal Maturity. *J Pediatr Orthop*. 41(9):543-548
36. Kawasaki S, Shigematsu H, Tanaka M, Suga Y, Yamamoto Y, Tanaka Y (2020). Is brace treatment unnecessary for cases of adolescent idiopathic scoliosis above Risser sign 3? *J Orthop Sci*. 25(6):975-9.
37. Kenner P, McGrath S, Woodland P (2019). What Factors Influence Delayed Referral to Spinal Surgeon in Adolescent Idiopathic Scoliosis? *Spine*. 44(22): 1578–84
38. Kladny B, Santos Leal E, Schneider L, Werkmann M, Wirth T (2012). Spezielles Rehabilitationskonzept Wirbelsäulendeformitäten. AWMF Leitlinien. [[https://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/033-045l\\_S1\\_Wirbels%C3%A4ulendeformit%C3%A4ten\\_Rehabilitation\\_2012-03.pdf](https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/033-045l_S1_Wirbels%C3%A4ulendeformit%C3%A4ten_Rehabilitation_2012-03.pdf), zuletzt aufgerufen am 29.06.2023)
39. Konieczny MR, Senyurt H, Krauspe R (2013). Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis. *J Child Orthop*. 7(1): 3–9
40. Kuru T, Yeldan İ, Dereli EE, Özdingler AR, Dikici F, Çolak İ (2016). The efficacy of three-dimensional Schroth exercises in adolescent idiopathic scoliosis: a randomised controlled clinical trial. *Clin Rehabil*. 30(2): 181–90
41. Lampert T, Hoebel J, Kuntz B, Müters S, Kroll LE (2018). Messung des sozioökonomischen Status und des subjektiven sozialen Status in KiGGS Welle 2. *J Health Monit*. 3: 114–33
42. Landauer F, Wimmer C, Behensky H (2003). Estimating the final outcome of brace treatment for idiopathic thoracic scoliosis at 6-month follow-up. *Pediatr Rehabil*. 6(3–4): 201–7
43. Lee JZ, Lam DJ, Lim KB (2014). Late presentation in adolescent idiopathic scoliosis: who, why, and how often? *J Pediatr Orthop B*. 23(1): 6–14

44. Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, Blanke K (2001). Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 83(8): 1169–81
45. Little DG, Song KM, Katz D, Herring JA (2000). Relationship of peak height velocity to other maturity indicators in idiopathic scoliosis in girls. *J Bone Joint Surg Am.* 82(5): 685–93
46. Liu D, Yang Y, Yu X, Yang J, Xuan X, Yang J (2020). Effects of Specific Exercise Therapy on Adolescent Patients With Idiopathic Scoliosis: A Prospective Controlled Cohort Study. *Spine (Phila Pa 1976).* 45(15):1039-46
47. Lonstein JE, Carlson JM (1984). The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg Am.* 66(7): 1061–71
48. Matussek J, Dingeldey E, Benditz A, Rezai G, Nahr K (2015). Konservative Behandlung der idiopathischen Skoliose. *Orthop.* 44(11): 869–78
49. Matussek J, Dingeldey E, Wagner F, Rezai G, Nahr K (2014). Konservative Therapie der idiopathischen Skoliose mit dem Korsett: Hohe Korrekturraten bei frühzeitiger Beobachtung und Behandlung der Rumpfasymmetrie. *Orthop.* 43(7): 689–702
50. Matussek J, Mellerowicz H, Klöckner C, Sauerlandt B, Nahr K, Neff G (2000). Zwei- und dreidimensionale Korrektur von Skoliosen durch Korsettbehandlung. *Orthop.* 29(6): 490–9
51. Meirick T, Shah AS, Dolan LA, Weinstein SL (2019). Determining the Prevalence and Costs of Unnecessary Referrals in Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Iowa Orthop J.* 39(1):57-61
52. Menger RP, Sin AH (2020). Adolescent and Idiopathic Scoliosis. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing
53. Minkara A, Bainton N, Tanaka M, Kung J, DeAllie C, Khaleel A, Matsumoto H, Vitale M, Roye B (2020). High Risk of Mismatch Between Sanders and Risser Staging in Adolescent Idiopathic Scoliosis: Are We Guiding Treatment Using the Wrong Classification? *J Pediatr Orthop.* 40(2):60-64

54. Miyanji F, Nasto LA, Bastrom T, Samdani AF, Yaszay B, Clements D, Shah SA, Lonner B, Betz RR, Shufflebarger HL, Newton PO (2018). A Detailed Comparative Analysis of Anterior Versus Posterior Approach to Lenke 5C Curves. *Spine*. 43(5): E285
55. Mladenov K, von Deimling U (2018). Neuromuskuläre Skoliose. In: Bächli H, Lüschtg J, Messing-Jünger M (Hrsg). *Pädiatrische Neurochirurgie*. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 225–33
56. Monticone M, Ambrosini E, Cazzaniga D, Rocca B, Motta L, Cerri C, Brayda-Bruno M, Lovi A (2016). Adults with idiopathic scoliosis improve disability after motor and cognitive rehabilitation: results of a randomised controlled trial. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 25(10): 3120–9
57. Moog HT (2019). Informationen über Skoliose: Deutsches Skoliosenetzwerk [<https://deutsches-skoliose-netzwerk.de/skoliose-informationen/>, zuletzt aufgerufen am 29.06.2023]
58. Morrissy RT, Goldsmith GS, Hall EC, Kehl D, Cowie GH (1990). Measurement of the Cobb angle on radiographs of patients who have scoliosis. Evaluation of intrinsic error. *J Bone Joint Surg Am*. 72(3): 320–7
59. Ms G, Ne M, B P, S S, J H (1994). The Ste-Justine Adolescent Idiopathic Scoliosis Cohort Study. Part I: Description of the study. *Spine*. 19(14): 1551–61
60. Nason GJ, Baker JF, Byrne DP, Noel J, Moore D, Kiely PJ (2012). Scoliosis-specific information on the internet: has the "information highway" led to better information provision? *Spine (Phila Pa 1976)*. 37(21):E1364-9
61. Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, Czaprowski D, Schreiber S, de Mauroy JC, Diers H, Grivas TB, Knott P, Kotwicki T, Lebel A, Marti C, Maruyama T, O'Brien J, Price N, Parent E, Rigo M, Romano M, Stikeleather L, Wynne J, Zaina F (2018). 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disord*. 13: 3
62. Newton Ede MMP, Jones SW (2016). Adolescent idiopathic scoliosis: evidence for intrinsic factors driving aetiology and progression. *Int Orthop*. 40(10): 2075–80
63. Oetgen ME, Heyer JH, Kelly SM (2021). Scoliosis Screening. *J Am Acad Orthop Surg*. 29(9):370-379

64. Ohrt-Nissen S, Hallager DW, Henriksen JL, Gehrchen M, Dahl B (2016). Curve Magnitude in Patients Referred for Evaluation of Adolescent Idiopathic Scoliosis: Five Years' Experience From a System Without School Screening. *Spine Deform.* 4(2):120-4
65. Parent EC, Wong D, Hill D, Mahood J, Moreau M, Raso VJ, Lou E (2010). The association between Scoliosis Research Society-22 scores and scoliosis severity changes at a clinically relevant threshold. *Spine (Phila Pa 1976).* 35(3):315-22
66. Park J-H, Jeon H-S, Park H-W (2018). Effects of the Schroth exercise on idiopathic scoliosis: a meta-analysis. *Eur J Phys Rehabil Med.* 54(3): 440–9
67. Payne WK, Ogilvie JW, Resnick MD, Kane RL, Transfeldt EE, Blum RW (1997). Does scoliosis have a psychological impact and does gender make a difference? *Spine.* 22(12): 1380–4
68. Plantin L, Daneback K (2009). Parenthood, information and support on the internet. A literature review of research on parents and professionals online. *BMC Fam Pract.* 10:34
69. Rattay P, von der Lippe E, Lampert T, KiGGS Study Group (2014). [Health of children and adolescents in single-parent, step-, and nuclear families: results of the KiGGS study: first follow-up (KiGGS Wave 1)]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz.* 57(7): 860–8
70. Richards BS, Bernstein RM, D'Amato CR, Thompson GH (2005). Standardization of criteria for adolescent idiopathic scoliosis brace studies: SRS Committee on Bracing and Nonoperative Management. *Spine.* 30(18): 2068–75; discussion 2076-2077
71. Risser JC (1958). The Iliac apophysis; an invaluable sign in the management of scoliosis. *Clin Orthop.* 11: 111–9
72. Russell T, Dharia A, Folsom R, Kaki M, Shumbusho E, Fajardo RJ, Shah K, Shillingford-Cole V, Hogue GD (2020). Healthcare disparities in adolescent idiopathic scoliosis: the impact of socioeconomic factors on Cobb angle. *Spine Deform.* doi:10.1007/s43390-020-00097-2
73. Rüwald JM, Eymael RL, Upenieks J, Zhang L, Jacobs C, Pflugmacher R, Schildberg FA (2019). An Overview of the Current State of Pediatric Scoliosis Management. *Z Für Orthop Unfallchirurgie.* doi:10.1055/a-0965-7760

74. Schreiber S, Parent EC, Hill DL, Hedden DM, Moreau MJ, Southon SC (2017). Schroth physiotherapeutic scoliosis-specific exercises for adolescent idiopathic scoliosis: how many patients require treatment to prevent one deterioration? – results from a randomized controlled trial - "SOSORT 2017 Award Winner". *Scoliosis Spinal Disord.* 12
75. Schulze A, Schradling S, Betsch M, Quack V, Tingart M (2015). Skoliose im Wachstumsalter. *Orthop.* 44(11): 836–44
76. Seifert J, Selle A, Flieger C, Günther KP (2009). Die Compliance als Prognosefaktor bei der konservativen Behandlung idiopathischer Skoliosen. *Orthop.* 38(2): 151–8
77. Seifert J, Thielemann F, Bernstein P (2016). Adoleszente idiopathische Skoliose. *Orthop.* 45(6): 509–17
78. Tambe AD, Panikkar SJ, Millner PA, Tsirikos AI (2018). Current concepts in the surgical management of adolescent idiopathic scoliosis. *Bone Jt J.* 100-B(4): 415–24
79. Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M (1966). Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965. I. *Arch Dis Child.* 41(219): 454–71
80. Tarrant RC, Queally JM, O'Loughlin PF, Sheeran P, Moore DP, Kiely PJ (2016). Preoperative curves of greater magnitude ( $>70^\circ$ ) in adolescent idiopathic scoliosis are associated with increased surgical complexity, higher cost of surgical treatment and a delayed return to function. *Ir J Med Sci.* 185(2):463-71
81. Thielen M, Akbar M (2019). Klassifikation des Wachstumspotenzials und resultierende therapeutische Konsequenzen bei Wirbelsäulendeformitäten. *Orthop.* 48(6): 452–60
82. Thomas JJ, Stans AA, Milbrandt TA, Treder VM, Kremers HM, Shaughnessy WJ (2018). Does School Screening Affect Scoliosis Curve Magnitude at Presentation to a Pediatric Orthopedic Clinic? *Spine Deform.* 6(4):403-8
83. Trobisch P, Suess O, Schwab F (2010). Idiopathic scoliosis. *Dtsch Arzteblatt Int.* 107(49): 875–83; quiz 884
84. Völlner F, Dingeldey E, Schmitz S, Grifka J, Matussek J (2020). Konservative und operative Therapie der idiopathischen Skoliose. *Orthop.* 49(7): 635–46

85. Waldt S, Eiber M, Wörtler K (2017). Wirbelsäule. In: Messverfahren und Klassifikationen in der muskuloskelettalen Radiologie. 2. unveränderte Auflage, Stuttgart: Georg Thieme Verlag. doi:10.1055/b-0037-144239
86. Wang WJ, Yeung HY, Chu WC-W, Tang NL-S, Lee KM, Qiu Y, Burwell RG, Cheng JCY (2011). Top theories for the etiopathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. J Pediatr Orthop. 31(1 Suppl): S14-27
87. Weinstein SL, Dolan LA, Spratt KF, Peterson KK, Spoonamore MJ, Ponseti IV (2003). Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis: a 50-year natural history study. JAMA. 289(5): 559–67
88. Weinstein SL, Dolan LA, Wright JG, Dobbs MB (2013). Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis. N Engl J Med. 369(16): 1512–21
89. Weinstein SL, Ponseti IV (1983). Curve progression in idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg Am. 65(4): 447–55
90. Weiß HR, Steiner A, Reichel D, Petermann F, Warschburger P, Freidel K (2001). Medizinischer Outcome nach stationärer Intensivrehabilitation bei Skoliose. Phys Med Rehabil Kurortmed. 11(3): 100–3
91. Weniger CD, Fajak A, Hofner B, Fuchs M, Forst R, Richter RH (2019). Long-term Results of Conservative Therapy of Adolescent Idiopathic Scoliosis Using the Cheneau Brace. Klin Pädiatr. 231(5): 248–54
92. Wong H-K, Tan K-J (2010). The natural history of adolescent idiopathic scoliosis. Indian J Orthop. 44(1): 9–13
93. Yawn BP, Yawn RA, Hodge D, Kurland M, Shaughnessy WJ, Ilstrup D (1999). A population-based study of school scoliosis screening. Jama. 282(15):1427-32
94. Zavatsky JM, Peters AJ, Nahvi FA, Bharucha NJ, Trobisch PD, Kean KE, Richard S, Bucello Y, Valdevit A, Lonner BS (2015). Disease severity and treatment in adolescent idiopathic scoliosis: the impact of race and economic status. Spine J Off J North Am Spine Soc. 15(5): 939–43

## 7. Anhang

### 7.1. Abbildungsverzeichnis

|              |                                                                                                                                                 |    |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: | Thorakalskoliose in Betrachtung im Stand von a) frontal, b) dorsal,<br>c) im Vorneigetest .....                                                 | 13 |
| Abbildung 2: | Cheneau-Korsett einer Studienpatientin .....                                                                                                    | 16 |
| Abbildung 3: | Messung des Cobb-Winkels $\alpha$ (85) .....                                                                                                    | 22 |
| Abbildung 4: | Einteilung der Studienpatient*innen nach Risser-Stadium .....                                                                                   | 23 |
| Abbildung 5: | Ursachen für die verzögerte Vorstellung bei der Fachärztin/<br>beim Facharzt .....                                                              | 27 |
| Abbildung 6: | Personen, die die Skoliose bei den Patient*innen entdeckt haben,<br>geordnet nach Risser-Stadien .....                                          | 29 |
| Abbildung 7: | Höchster angestrebter Schulabschluss der Patient*innen, geordnet nach<br>Risser-Stadium .....                                                   | 30 |
| Abbildung 8: | Höchste erreichte Abschlüsse der Mutter und des Vaters der<br>Patient*innen .....                                                               | 31 |
| Abbildung 9: | Entwicklung der Cobb-Winkel der Patient*innengruppen im<br>Therapiezeitraum durch Vergleich zwischen initialen und finalen Cobb<br>Winkel ..... | 34 |

## 7.2. Tabellenverzeichnis

|            |                                                                                                                                                              |    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: | Merkmale des Patient*innenkollektivs .....                                                                                                                   | 25 |
| Tabelle 2: | Unterschiede in Herkunft, Geschlecht, familiärer Disposition und den Familienverhältnissen zwischen Patient*innengruppe 1 und 2 .....                        | 28 |
| Tabelle 3: | Lebens- und Therapiezufriedenheit der Patient*innen initial sowie nach dem 1. und 2. Follow-Up, Anzahl (N), Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD) ..... | 32 |

## 7.3. verwendete Fragebögen

### 7.3.1. Baseline Fragebogen

#### Dokumentationsbogen Baseline ARZT

Datum der Untersuchung: \_\_\_\_\_

|                           |
|---------------------------|
| <p>Patientenaufkleber</p> |
|---------------------------|

|           |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1.</b> | <i>Wie groß ist das aktuelle Ausmaß der Skoliose in Winkeln n. Cobb?</i> | <i>Sagittal (nur Behandlungsbeginn/-abschluss):</i><br><br><i>koronar:</i>                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>2.</b> | <i>Wo liegt der Scheitelwirbel der Skoliose?</i>                         | <input type="radio"/> <i>hochthorakal (Th2-Th6)</i><br><input type="radio"/> <i>thorakal (Th6-Th11/12)</i><br><input type="radio"/> <i>thorakolumbal (Th12-L1)</i><br><input type="radio"/> <i>lumbal (L1/2-L4)</i>                                                                                                    |
| <b>3.</b> | <i>Welche Ätiologie weist die Skoliose auf?</i>                          | <input type="radio"/> <i>idiopathisch</i><br><input type="radio"/> <i>neuropathisch</i><br><input type="radio"/> <i>myopathisch</i><br><input type="radio"/> <i>kongenital</i><br><input type="radio"/> <i>mesenchymal</i><br><input type="radio"/> <i>metabolisch</i><br><input type="radio"/> <i>posttraumatisch</i> |
| <b>4.</b> | <i>Welches Risser-Stadium liegt vor?</i>                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>5.</b> | <i>Wie hoch ist der Beighton-Score?</i>                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

#### Dokumentationsbogen Baseline PATIENT

## 7. Anhang

Die Behandlung der Skoliose ist aufwändig, langwierig und bedarf neben der konsequenten Mitarbeit der Patienten eine hohe Kompetenz und Vernetzung der einzelnen Behandler, um ein gutes Ergebnis zu Erzielen. Die Uniklinik Köln hat daher ein Skoliosezentrum errichtet, in dem erfahrene Ansprechpartner aus den wichtigen Fachgebieten miteinander vernetzt sind.

Im Rahmen meiner Dissertation möchte ich mit folgendem Fragebogen die Qualität der Skoliose Sprechstunde in der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie der Uniklinik Köln evaluieren. Daher bitte ich dich als Patient/in, die folgenden Fragen ehrlich auszufüllen, um dabei zu helfen, die Skoliose Therapie an der Uniklinik Köln immer weiter zu optimieren. Es gibt keine „richtigen“ oder „falschen“ Antworten und alle Daten werden vertraulich behandelt und nur zum Zwecke dieser Studie verwendet. Vielen Dank für deine Mitarbeit!

Datum der Untersuchung: \_\_\_\_\_

Patientenaufkleber

| Nr. | Demographie                               |                                                                          |
|-----|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Bist du männlich oder weiblich?           | <input type="radio"/> männlich<br><input type="radio"/> weiblich         |
| 2.  | Wie alt bist du?                          |                                                                          |
| 3.  | Hast du die deutsche Staatsangehörigkeit? | <input type="radio"/> Ja<br><input type="radio"/> Nein, sondern<br>_____ |

|                                         |                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.                                      | Wie sind deine Familienverhältnisse zuhause?                                                                         | Ich lebe mit... <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> beiden Eltern</li> <li><input type="radio"/> einem Elternteil (Alleinerziehend)</li> <li><input type="radio"/> einem Elternteil + Lebensgefährte</li> <li><input type="radio"/> anderen Sorgeberechtigten</li> </ul>                                                                                |
| 5.                                      | Was ist dein angestrebter Schulabschluss?                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Kein Abschluss</li> <li><input type="radio"/> Volks-/Hauptschule</li> <li><input type="radio"/> Realschule (mittlere Reife)</li> <li><input type="radio"/> (Fach-)Abitur</li> <li><input type="radio"/> keine Angabe</li> </ul>                                                                                     |
| 6.                                      | Höchster absolvierter Schulabschluss des Vaters                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Kein Abschluss</li> <li><input type="radio"/> Volks-/Hauptschule</li> <li><input type="radio"/> Realschule (mittlere Reife)</li> <li><input type="radio"/> (Fach-)Abitur</li> <li><input type="radio"/> Akademischer Abschluss (abgeschlossenes Studium)</li> <li><input type="radio"/> Keine Angabe</li> </ul>     |
| 7.                                      | Höchster absolvierter Schulabschluss der Mutter                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Kein Abschluss</li> <li><input type="radio"/> Volks-/Hauptschule</li> <li><input type="radio"/> Realschule (mittlere Reife)</li> <li><input type="radio"/> (Fach-)Abitur</li> <li><input type="radio"/> Akademischer Abschluss (abgeschlossenes Studium)</li> <li><input type="radio"/> Keine Angabe</li> </ul>     |
| <b>Abschnitt A (für alle Patienten)</b> |                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8.                                      | <i>Datum Erstdiagnose:</i>                                                                                           | <i>(Monat / Jahr)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 9.                                      | <i>Wie groß war das Ausmaß der Skoliose in Winkeln n. Cobb zum Diagnosezeitpunkt beim niedergelassenen Facharzt?</i> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 10.                                     | In welchem Rahmen wurde die Skoliose entdeckt?                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> beim Kinderarzt/Hausarzt</li> <li><input type="radio"/> von den Eltern</li> <li><input type="radio"/> von dir selbst</li> <li><input type="radio"/> im Kindergarten</li> <li><input type="radio"/> in der Schule</li> <li><input type="radio"/> im Sportverein</li> <li><input type="radio"/> Sonstiges:</li> </ul> |
| 11.                                     | Wie viel Zeit verging vom Beginn der ersten beobachteten Symptome bis zur Diagnosestellung?                          | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> &lt; 1 Monat</li> <li><input type="radio"/> 1-6 Monate</li> <li><input type="radio"/> 7-12 Monate</li> <li><input type="radio"/> 13-24 Monate</li> <li><input type="radio"/> &gt; 24 Monate</li> </ul>                                                                                                              |

|            |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>12.</b> | Warum kam es gegebenenfalls zu Verzögerungen bei der Diagnose?                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>13.</b> | Wie viele Jahre wird die Skoliose schon therapiert?                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>14.</b> | <i>Eintritt der Menarche / Wann hattest du die erste Regelblutung? (bei Frauen)</i> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>15.</b> | Hat noch jemand in deiner Familie eine Skoliose?                                    | <input type="radio"/> Ja<br><input type="checkbox"/> Vater<br><input type="checkbox"/> Mutter<br><input type="checkbox"/> Geschwister<br><input type="checkbox"/> Tante/Onkel<br><input type="checkbox"/> Oma/Opa<br><input type="checkbox"/> Cousin /Cousine<br><input type="checkbox"/> Sonstige/r:<br><hr/> <input type="radio"/> Nein<br><input type="radio"/> Ich weiß es nicht |
| <b>16.</b> | Wie zufrieden bist du mit dem Erfolg der bisherigen Therapie deiner Skoliose?       | <input type="radio"/> sehr zufrieden<br><input type="radio"/> etwas zufrieden<br><input type="radio"/> weder zufrieden noch unzufrieden<br><input type="radio"/> etwas unzufrieden<br><input type="radio"/> sehr unzufrieden                                                                                                                                                         |
| <b>17.</b> | Welche Therapieformen wurden bisher zur Behandlung der Skoliose eingesetzt?         | <input type="radio"/> Einlagen<br><input type="radio"/> Physiotherapie<br><input type="radio"/> Tragen eines Korsetts<br>Wenn ja, welches?<br><hr/> <input type="radio"/> Operation<br><input type="radio"/> Sonstiges:<br><hr/>                                                                                                                                                     |
| <b>18.</b> | Welche Therapie wird aktuell durchgeführt?                                          | <input type="radio"/> Einlagen<br><input type="radio"/> Physiotherapie<br><input type="radio"/> Tragen eines Korsetts<br>Wenn ja, welches?<br><hr/> <input type="radio"/> Operation                                                                                                                                                                                                  |

|                                     |                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     |                                                                                                                      | <input type="radio"/> Sonstiges:<br>_____                                                                                                                                                                                          |
| <b>19.</b>                          | Wie sehr schränkt dich die Skoliose bei Tätigkeiten wie Schule, Arbeit und Freizeit ein?                             | <input type="radio"/> gar nicht<br><input type="radio"/> ein wenig<br><input type="radio"/> mäßig<br><input type="radio"/> erheblich<br><input type="radio"/> sehr stark                                                           |
| <b>20.</b>                          | Beeinflusst dich die Skoliose darin, etwas mit Freunden oder der Familie zu unternehmen?                             | <input type="radio"/> gar nicht<br><input type="radio"/> selten<br><input type="radio"/> gelegentlich<br><input type="radio"/> häufig<br><input type="radio"/> sehr häufig                                                         |
| <b>21.</b>                          | Wie wohl fühlst du dich in deinem Körper?                                                                            | <input type="radio"/> sehr wohl<br><input type="radio"/> eher wohl<br><input type="radio"/> weder wohl noch unwohl<br><input type="radio"/> eher unwohl<br><input type="radio"/> sehr unwohl<br><input type="radio"/> Keine Angabe |
| <b>22.</b>                          | Wie würdest du dich fühlen, wenn du den Rest deines Lebens mit deinem derzeitigen Ausmaß der Skoliose leben würdest? | <input type="radio"/> sehr zufrieden<br><input type="radio"/> etwas zufrieden<br><input type="radio"/> weder zufrieden noch unzufrieden<br><input type="radio"/> etwas unzufrieden<br><input type="radio"/> sehr unzufrieden       |
| <b>Abschnitt B (Physiotherapie)</b> |                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>23.</b>                          | Gehst du zur Physiotherapeutin/zum Physiotherapeuten?                                                                | <input type="radio"/> Ja<br>Wie viele Einheiten pro Woche?<br>_____<br><input type="radio"/> Nein<br><input type="radio"/> keine Angabe                                                                                            |
| <b>24.</b>                          | Welche Physiotherapie führst du durch?                                                                               | <input type="radio"/> nach Schroth<br><input type="radio"/> nach Vojta<br><input type="radio"/> unspezifisch<br><input type="radio"/> ich weiß es nicht<br><input type="radio"/> keine                                             |
| <b>25.</b>                          | Wie viele Stunden pro Woche machst du die erlernten Übungen der Physiotherapie alleine zuhause?                      | <input type="radio"/> > 6 Stunden pro Woche<br><input type="radio"/> 4-6 Stunden pro Woche<br><input type="radio"/> 2-4 Stunden pro Woche<br><input type="radio"/> 1-2 Stunden pro Woche<br><input type="radio"/> gar nicht        |
| <b>26.</b>                          | Wurden andere Maßnahmen zur Physiotherapie getroffen?                                                                | <input type="radio"/> stationäre Reha<br><input type="radio"/> Selbsthilfegruppen<br><input type="radio"/> Sonstiges:<br>_____<br><input type="radio"/> Nein<br><input type="radio"/> keine Angabe                                 |

| <b>Abschnitt C (für Korsettträger)</b> |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>27.</b>                             | Wie viele Stunden am Tag trägst du das Korsett?                                          | <input type="radio"/> < 5 h<br><input type="radio"/> 5-10 h<br><input type="radio"/> 11-15 h<br><input type="radio"/> 16-20 h<br><input type="radio"/> 21-23 h<br><input type="radio"/> >23 h                                                                                                          |
| <b>28.</b>                             | Wann trägst du dein Korsett                                                              | <input type="radio"/> nur tagsüber<br><input type="radio"/> nur nachts<br><input type="radio"/> tagsüber und nachts<br><input type="radio"/> gar nicht<br><input type="radio"/> keine Angabe                                                                                                           |
| <b>29.</b>                             | Wie sehr stört dich das Tragen des Korsetts in deinem Alltag?                            | <input type="radio"/> gar nicht<br><input type="radio"/> ein wenig<br><input type="radio"/> mäßig<br><input type="radio"/> erheblich<br><input type="radio"/> sehr stark                                                                                                                               |
| <b>30.</b>                             | Wenn du das Tragen des Korsetts als störend empfindest, was stört dich daran am meisten? | <input type="radio"/> ästhetische/optische Komponente<br><input type="radio"/> Einschränkung der Beweglichkeit<br><input type="radio"/> das lange Tragen (auch nachts, beim Sport oder in der Schule)<br><input type="radio"/> die Reaktionen von anderen<br><input type="radio"/> Sonstiges:<br>_____ |

### 7.3.2. Follow-Up-Fragebogen

#### Dokumentationsbogen Follow up ARZT

Datum der Untersuchung: \_\_\_\_\_

|                    |
|--------------------|
| Patientenaufkleber |
|--------------------|

| Nr.        | Vom Arzt auszufüllen                                                     |                                                                            |
|------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>1FU</b> | <i>Wie groß ist das aktuelle Ausmaß der Skoliose in Winkeln n. Cobb?</i> | <i>Sagittal (nur Behandlungsbeginn/-abschluss):</i><br><br><i>koronar:</i> |
| <b>2FU</b> | Welches Risser-Stadium liegt vor?                                        |                                                                            |

### Dokumentationsbogen Follow up Patient

Die Behandlung der Skoliose ist aufwändig, langwierig und bedarf neben der konsequenten Mitarbeit der Patienten eine hohe Kompetenz und Vernetzung der einzelnen Behandler, um ein gutes Ergebnis zu Erzielen. Die Uniklinik Köln hat daher ein Skoliosezentrum errichtet, in dem erfahrene Ansprechpartner aus den wichtigen Fachgebieten miteinander vernetzt sind.

Im Rahmen meiner Dissertation möchte ich mit folgendem Fragebogen die Qualität der Skoliose Sprechstunde in der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie der Uniklinik Köln evaluieren. Daher bitte ich dich als Patient/in, die folgenden Fragen ehrlich auszufüllen, um dabei zu helfen, die Skoliose Therapie an der Uniklinik Köln immer weiter zu optimieren. Es gibt keine „richtigen“ oder „falschen“ Antworten und alle Daten werden vertraulich behandelt und nur zum Zwecke dieser Studie verwendet. Vielen Dank für deine Mitarbeit!

Datum der Untersuchung: \_\_\_\_\_

Patientenaufkleber

|            | Abschnitt A (für alle Patienten)           |                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1FU</b> | Welche Therapie wird aktuell durchgeführt? | <input type="radio"/> Einlagen<br><input type="radio"/> Physiotherapie<br><input type="radio"/> Tragen eines Korsetts<br>Wenn ja, welches?<br>_____<br><input type="radio"/> Operation<br><input type="radio"/> Sonstiges: _____ |

|             |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2FU</b>  | Wie zufrieden bist du mit dem Erfolg der bisherigen Therapie deiner Skoliose?                                                                            | <input type="radio"/> sehr zufrieden<br><input type="radio"/> etwas zufrieden<br><input type="radio"/> weder zufrieden noch unzufrieden<br><input type="radio"/> etwas unzufrieden<br><input type="radio"/> sehr unzufrieden           |
| <b>3FU</b>  | Wie sehr schränkt dich die Skoliose bei Tätigkeiten wie Schule, Arbeit und Freizeit ein?                                                                 | <input type="radio"/> gar nicht<br><input type="radio"/> ein wenig<br><input type="radio"/> mäßig<br><input type="radio"/> erheblich<br><input type="radio"/> sehr stark                                                               |
| <b>4FU</b>  | Beeinflusst dich die Skoliose darin, etwas mit Freunden oder der Familie zu unternehmen?                                                                 | <input type="radio"/> gar nicht<br><input type="radio"/> selten<br><input type="radio"/> gelegentlich<br><input type="radio"/> häufig<br><input type="radio"/> sehr häufig                                                             |
| <b>5FU</b>  | Hat die bisherige Therapie der Skoliose dein äußeres Erscheinungsbild verändert?                                                                         | <input type="radio"/> sehr verbessert<br><input type="radio"/> eher verbessert<br><input type="radio"/> weder verbessert noch verschlechtert<br><input type="radio"/> eher verschlechtert<br><input type="radio"/> sehr verschlechtert |
| <b>6FU</b>  | Machst du mehr Sport als vor der Diagnosestellung                                                                                                        | <input type="radio"/> Ja, wie viele Stunden? _____<br><input type="radio"/> Nein<br><input type="radio"/> gleich viel<br><input type="radio"/> Keine Angabe                                                                            |
| <b>7FU</b>  | Wie wohl fühlst du dich in deinem Körper?                                                                                                                | <input type="radio"/> sehr wohl<br><input type="radio"/> eher wohl<br><input type="radio"/> weder wohl noch unwohl<br><input type="radio"/> eher unwohl<br><input type="radio"/> sehr unwohl                                           |
| <b>8FU</b>  | Wie würdest du dich fühlen, wenn du den Rest deines Lebens mit deinem derzeitigen Ausmaß der Skoliose leben würdest?                                     | <input type="radio"/> sehr zufrieden<br><input type="radio"/> etwas zufrieden<br><input type="radio"/> weder zufrieden noch unzufrieden<br><input type="radio"/> etwas unzufrieden<br><input type="radio"/> sehr unzufrieden           |
| <b>9FU</b>  | Auf einer Skala von 1-10 (1= komplett unzufrieden, 10= komplett zufrieden), wie zufrieden warst du bisher mit der Behandlung hier in der Uniklinik Köln? |                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>10FU</b> | Würdest du dich unter den gleichen Bedingungen nochmal für die bisherige Therapieform entscheiden?                                                       | <input type="radio"/> definitiv ja<br><input type="radio"/> vermutlich ja<br><input type="radio"/> ich bin nicht sicher<br><input type="radio"/> vermutlich nein<br><input type="radio"/> definitiv nein                               |

|                                        |                                                                                                 |                                                                                                                         |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>11FU</b>                            | <i>Eintritt der Menarche / Wann war deine erste Regelblutung? (bei Frauen)</i>                  | ○                                                                                                                       |
| <b>Abschnitt B (Physiotherapie)</b>    |                                                                                                 |                                                                                                                         |
| <b>12FU</b>                            | Gehst du zur Physiotherapeutin/zum Physiotherapeuten?                                           | ○ Ja<br>Wie viele Einheiten pro Woche?<br>_____<br>○ Nein<br>○ keine Angabe                                             |
| <b>13FU</b>                            | Welche Physiotherapie führst du durch?                                                          | ○ nach Schroth<br>○ nach Vojta<br>○ unspezifisch<br>○ ich weiß es nicht<br>○ keine                                      |
| <b>14FU</b>                            | Wie viele Stunden pro Woche machst du die erlernten Übungen der Physiotherapie alleine zuhause? | ○ > 6 Stunden pro Woche<br>○ 4-6 Stunden pro Woche<br>○ 2-4 Stunden pro Woche<br>○ 1-2 Stunden pro Woche<br>○ gar nicht |
| <b>15FU</b>                            | Wurden andere Maßnahmen zur Physiotherapie getroffen?                                           | ○ stationäre Reha<br>○ Selbsthilfegruppen<br>○ Sonstiges:<br>_____<br>○ Nein<br>○ Keine Angabe                          |
| <b>Abschnitt C (für Korsettträger)</b> |                                                                                                 |                                                                                                                         |
| <b>16FU</b>                            | Wie viele Stunden am Tag trägst du das Korsett?                                                 | ○ < 5 h<br>○ 5-10 h<br>○ 11-15 h<br>○ 16-20 h<br>○ 21-23h<br>○ >23h                                                     |
| <b>17FU</b>                            | Wann trägst du dein Korsett                                                                     | ○ nur tagsüber<br>○ nur nachts<br>○ tagsüber und nachts<br>○ gar nicht<br>○ keine Angaben                               |
| <b>18FU</b>                            | Wie sehr stört dich das Tragen des Korsetts in deinem Alltag?                                   | ○ gar nicht<br>○ ein wenig<br>○ mäßig<br>○ erheblich<br>○ sehr stark                                                    |

|             |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>19FU</b> | Wenn du das Tragen des Korsetts als störend empfindest, was stört dich daran am meisten? | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ästhetische/optische Komponente</li> <li>○ Einschränkung der Beweglichkeit</li> <li>○ das lange Tragen (auch nachts, beim Sport oder in der Schule)</li> <li>○ die Reaktionen von anderen</li> <li>○ Sonstiges:</li> </ul> <hr/> |
| <b>20FU</b> | Wie zufrieden bist du persönlich mit dem bisherigen Therapieerfolg des Korsetts?         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ sehr zufrieden</li> <li>○ etwas zufrieden</li> <li>○ weder zufrieden noch unzufrieden</li> <li>○ etwas unzufrieden</li> <li>○ sehr unzufrieden</li> </ul>                                                                        |

### 7.3.3. Formblatt Einverständniserklärung Erziehungsberechtigte



Seite 6 von 6

Patient:

\_\_\_\_\_  
Vor- und Nachname des Studienteilnehmers

\_\_\_\_\_  
Ort und Datum (persönlich auszufüllen)

\_\_\_\_\_  
Unterschrift des Studienteilnehmers

**Erziehungsberechtigte:**

**Bei Minderjährigen ist für die Teilnahme an der Studie die schriftliche Zustimmung beider sorgeberechtigter Personen notwendig.**

**Hat nur eine Person das Sorgerecht ist deren Unterschrift ausreichen.**

**Ich bin alleine sorgeberechtigt für mein Kind ja ☐ nein ☒**

1.

\_\_\_\_\_  
Vor- und Nachname der erziehungsberechtigten Person

\_\_\_\_\_  
Ort und Datum (persönlich auszufüllen)

\_\_\_\_\_  
Unterschrift der sorgeberechtigten Person

2.

\_\_\_\_\_  
Vor- und Nachname der erziehungsberechtigten Person

\_\_\_\_\_  
Ort und Datum (persönlich auszufüllen)

\_\_\_\_\_  
Unterschrift der sorgeberechtigten Person

Mit meiner Unterschrift bestätige ich, dass ich diesem Probanden Natur, Ziel und mögliche Komplikationen dieser Studie erklärt habe, und dass ich ihm eine Kopie dieser Einwilligungserklärung ausgehändigt habe. Nach körperlicher und psychischer Verfassung war der Proband in der Lage, Wesen, Bedeutung und Tragweite der Studie einzusehen und seinen Willen hiernach zu bestimmen.

\_\_\_\_\_  
Vor- und Nachname des Studienarztes

\_\_\_\_\_  
Ort und Datum (persönlich auszufüllen)

\_\_\_\_\_  
Unterschrift des Studienarztes