

Frühzeitiges Night-Time-Bracing bei idiopathischer Skoliose

Early night-time bracing for idiopathic scoliosis

Die konservative Therapie der idiopathischen Skoliose besteht traditionell je nach Schweregrad aus Physiotherapie und Korsettversorgung. Im Gegensatz zur Physiotherapie stellt eine Ganztags-Korsettbehandlung jedoch eine erhebliche Beeinträchtigung der Lebensqualität dar. Sie wird daher von der Medizin entsprechend zögerlich verordnet und von Patienten oft inkompliant durchgeführt. Ein einmal verzögerter Therapiebeginn verursacht allerdings irreparable Schäden, die später selbst bei bester Compliance nicht mehr korrigiert werden können.

Einen Ausweg kann die frühzeitige nächtliche Korsettbehandlung (Night-Time-Bracing) bieten. Sie beeinträchtigt die Lebensqualität am Tage nicht und wird von den jungen Patienten deutlich besser angenommen.

Die nachfolgende Auswertung zeigt anhand einer Patientengruppe von 150 mittlerweile erwachsenen Patienten, dass die Notwendigkeit einer Korsettbehandlung am Tage durch frühzeitiges Night-Time-Bracing deutlich reduziert werden kann. Sie grenzt zudem verschiedene Randgruppen ab und steckt anhand von Alter und Ausgangswinkel einen Empfehlungsrahmen für eine erfolgreiche nächtliche Korsetttherapie ab.

Schlüsselwörter: Skoliose, Skoliosenorthese, frühzeitige Korsettversorgung, Night-Time-Brace, Part-Time-Bracing

The conservative treatment of idiopathic scoliosis traditionally consists of physiotherapy and a brace, depending on the severity. Unlike physiotherapy, however, wearing a brace throughout the day considerably impairs the user's quality of

life. Doctors are therefore hesitant to prescribe one and patients are often non-compliant. However, delaying the start of treatment leads to irreparable damage that cannot be subsequently corrected even with the best compliance.

Night-time bracing at an early stage represents one solution to this problem. This does not impair quality of life during the day and is much more readily accepted by young patients.

The following analysis of a group of 150 patients who have now reached adulthood shows that the necessity of wearing a brace during the day can be reduced considerably by night-time bracing at an early stage. It also defines various marginal groups and presents recommendations for successful night-time bracing based on age and baseline angle.

Key words: scoliosis, scoliosis orthosis, early bracing, night-time brace, part-time bracing

Einleitung

Fortgeschrittene idiopathische Skoliosen entstehen oft aus zunächst nahezu geraden Wirbelsäulen. Zwischen den beiden Röntgenaufnahmen (Abb. 1a und b) liegen nur fünf Jahre. Es ist die Kunst des Behandlungsteams aus Arzt, Physiotherapeut und Orthopädietechniker, im richtigen Augenblick die richtigen Therapien anzuwenden, um Progredienzen schonend und dennoch wirksam einzudämmen. Dabei ist das Team auf die Zuarbeit von Kinderärzten und die Mitarbeit der Patienten angewiesen. Es wird (trotz aller Bemühungen) immer Fälle geben, die mit einzelnen Therapieformen nicht beherrschbar sind, aber das ist kein Grund, am geeigneten Punkt auf mögliche Behandlungsschritte

zu verzichten bzw. einzelne Therapieschritte auszulassen oder zu überspringen.

Derzeitiger Goldstandard

Der „Goldstandard“ der Skoliose-Therapie besteht seit Jahrzehnten aus Beobachtung, Physiotherapie, Ganztagskorsett und Operation. Meist wird die erste Diagnose im präpubertären Alter erhoben und in der Folge fachärztlich abgesichert. Fortgeschrittene Befunde werden einer Behandlung zugeführt, moderate Skoliosen verbleiben während des Wachstums in orthopädischer Beobachtung (halbjährliche klinische Kontrolle, ggf. jährliche Röntgen-Diagnostik).

International wird bei Winkeln über 10° Cobb Physiotherapie empfohlen, bei Progredienzen auf 25° Cobb erfolgt der Wechsel zur Korsetttherapie in Ganztagsorthese (Full-Time-Bracing) mit ergänzender Physiotherapie. Bei Winkelwerten über 40° Cobb wird (abhängig von Alter, Lokalisation und Versteifungsstrecke) ein operatives Vorgehen erwogen (Abb. 2).

Der halbjährlichen fachärztlichen Verlaufskontrolle unterwerfen sich die jungen Patienten problemlos. Auch die physiotherapeutische Behandlung wird in aller Regel niederschwellig akzeptiert (wobei offen bleibt, wie compliant sie durchgeführt wird). Die tatsächliche tägliche Übungsdauer und die damit verbundene reale Beeinträchtigung der Lebensqualität ist vergleichsweise gering. Die empfohlene Übungszeit beträgt etwa 20 Minuten am Tag.

Der Nutzen einer wachstumslenkenden Korsetttherapie gilt in der Medizin im Bereich oberhalb von 25° Cobb allgemein als nachgewiesen [1, 2, 3]. Die Therapie selbst stellt jedoch

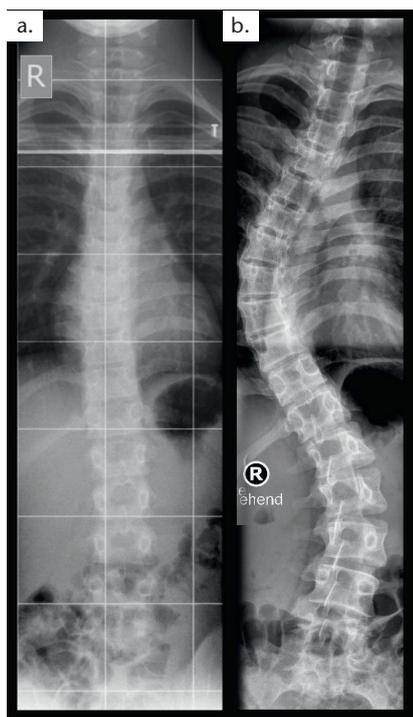


Abb. 1a u. b a) Ausgangsbefund einer idiopathischen Skoliose im Alter von 8 Jahren, b) Folgebefund im Alter von 13 Jahren (unbehandelt).

eine gravierende psychologische Hürde und erhebliche Einschränkung der Lebensqualität dar [4, 5]. Standardmäßig erfolgt eine Korsetttherapie 23 Stunden im Ganztagkorsett und wird daher entsprechend zurückhaltend und meist nur bei Progredienznachweis auf über 25° Cobb verordnet. Kinder und Teenager leiden unter diesem gravierenden Einschnitt und so wird die Korsetttherapie vergleichsweise oft abgelehnt

bzw. offen oder verdeckt inkompliment durchgeführt [5, 6, 7]. Das abwartende Ordnungsverhalten und der zögerliche Wechsel hin zur Korsetttherapie sind durch die damit einhergehende gravierende Einschränkung der Lebensqualität hinreichend gut begründet. Unter Behandlungsaspekten hat dieses Zögern jedoch Nachteile: Man verspielt den Zeitraum der „einfachen Korsetterfolge“ und vergibt zudem die Chance der Part-Time-Behandlung. Und man setzt sich mit fortgeschrittenen Krümmungsgraden von Beginn der Korsettbehandlung an unter echten Erfolgsdruck, den die jungen Patienten im Nachhinein mit ganztägiger Tragezeit und starken Korrekturdrücken ertragen müssen.

Erfolgssektoren der Skoliose-Korsettbehandlung

Der Erfolg einer Korsetttherapie ist abhängig vom Ausmaß der Deformität zu Behandlungsbeginn und der Zeitspanne des noch bevorstehenden Wachstums (Abb. 3). Es gäbe durchaus einen Bereich frühzeitig Korsett-behandelter Skoliosen, in dem man eine Winkel-Regredienz erwarten könnte (Sektor a), aber genau dieser Bereich wird meist gar nicht genutzt. Bei mittleren Ausgangswinkeln (Sektor b) reduzieren sich die Erfolgsaussichten in den meisten Fällen auf das Erhalten des Winkelwertes nach Korsettablage. Definiert man die Erhaltung des Winkels als „Behandlungserfolg“, erzielt eine Kor-

settbehandlung in den Sektoren a und b grundsätzlich erfolgversprechende Ergebnisse. Bei höheren Ausgangswinkeln (Sektor c) muss man im Endergebnis nach Korsettablage oft eine moderate Verschlechterung hinnehmen und bei hohen Winkelwerten (Sektor d) ist die Korsetttherapie oftmals überfordert. In den Sektoren c und d ist nachhaltiger „Erfolg“ mühsam oder gar nicht erreichbar [8]. Grundsätzlich deckt sich der empfohlene Indikationsbereich nicht unmittelbar mit dem erfolgreichen Bereich und man arbeitet mit Korsetts zum erheblichen Teil in den schwierigeren Bereichen. National ist die Lage etwas günstiger, da man in Deutschland Korsettversorgungen vielerorts schon bei 20° Cobb beginnt und damit den erfolgreichen Bereich besser ausnutzt [3].

Fünfgliedriges Behandlungskonzept

Das traditionell vierstufige Behandlungsmuster aus Beobachtung, Physiotherapie, Ganztagsorthese und Operation ist seit Jahrzehnten fest verankert, aber es ist verbesserungsfähig und würde durch den Zwischenschritt des frühzeitigen Night-Time-Bracings sowohl in puncto Compliance als auch in puncto frühzeitige Progredienzvermeidung und Lebensqualität am Tage erheblich profitieren [5, 7].

Unter dem Aspekt der Lebensqualität und mit Blick auf die Vielzahl der psychologischen Probleme, mit denen Ganztags-Korsettbehandlungen behaftet sind [4], wäre ein fünfglied-

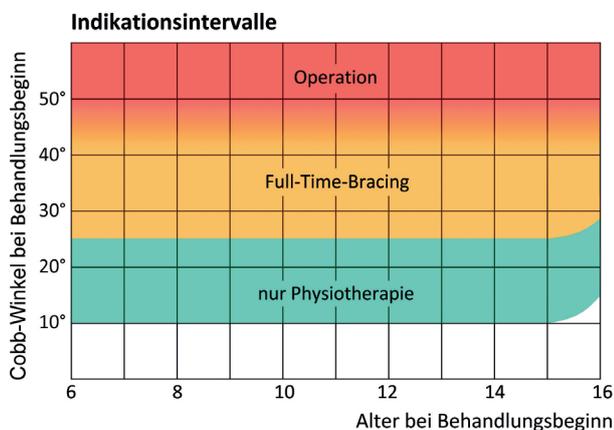


Abb. 2 Traditionelle Indikationsintervalle der Skoliosebehandlung in Abhängigkeit von Alter und Cobb-Winkel bei Behandlungsbeginn.

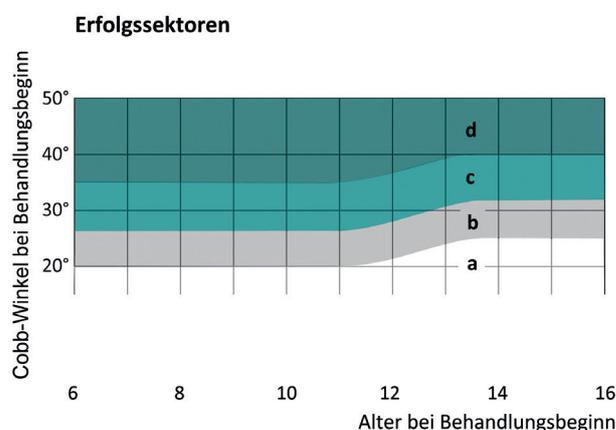


Abb. 3 Erfolgssektoren der Korsettbehandlung in Abhängigkeit von Alter und Cobb-Winkel bei Behandlungsbeginn.

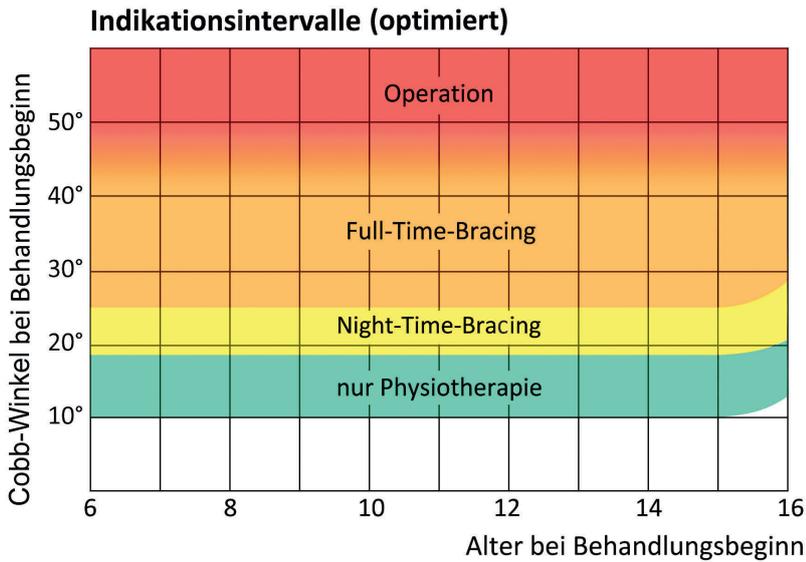


Abb. 4 Angepasste Indikationsintervalle der Skoliosebehandlung in Abhängigkeit von Alter und Cobb-Winkel bei Behandlungsbeginn.

riges Behandlungssystem aus Beobachtung, Physiotherapie, Night-Time-Brace, Full-Time-Brace und Operation ein echter Fortschritt, um einer möglichst großen Anzahl von Patienten die Full-Time-Korsetttherapie zu ersparen (Abb. 4) [9].

Ein derartiger Strategiewechsel wäre allerdings von einer erfolgreichen Früherkennung abhängig, bei der man mit Unterstützung von Kinder- und Schulärzten die jungen Patienten im moderaten Winkelintervall findet und ggf. einer nächtlichen Behandlung zuführt. Das ist bisher oftmals nicht der Fall. Von 1561 mittlerweile erwachsenen Korsett-Patienten, die in der Orthopädie- und Rehathechnik Dresden GmbH in den letzten 20 Jahren eine Skoliose-Korsettbehandlung durchlaufen haben, wurden 1166 Patienten sofort „ganztags“ Korsett-versorgt und nur bei 395 Patienten wurde die Korsetttherapie nachts begonnen (Abb. 5).

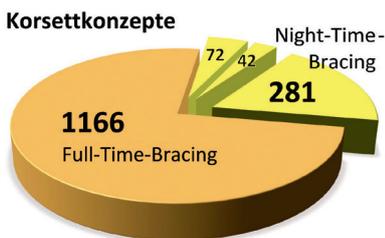


Abb. 5 Vergleich der Korsett-konzepte zu Behandlungsbeginn.

Patienten-klientel für frühzeitiges Night-Time-Bracing

Um zu ermitteln, ob frühzeitiges Night-Time-Bracing als Alternative zur Progredienzvermeidung und zum Ausschluss des späteren Wechsels auf ein Ganztagskorsett geeignet ist, wurden aus der Gesamtklientel zunächst die 395 initial Nacht-versorgten Patienten selektiert.

Behandelt wurden diese Patienten von uns bei der Orthopädie- und Re-

hatechnik Dresden GmbH jeweils mit individuell nach Gipsabdruck gefertigten „Dresdner Night-Time-Braces“ (Abb. 6). Dabei handelt es sich nicht um traditionelle Bending Braces. Die typischen Bending Braces der 1970er Jahre korrigieren nur die Primärkrümmung und verschlechtern sekundäre Krümmungen indirekt. Sie beinhalten zudem keine derotierenden Elemente.

Das „Dresdner Night-Time-Brace“ ist im Gegensatz dazu eine moderne derotierende Skolioseorthese mit allen Komponenten, die von modernen Chêneau-Orthesen her bekannt sind; es wird lediglich auf den liegenden Körper maßgenommen und unter Berücksichtigung der geänderten Wirkungsrichtung der Schwerkraft angepasst [10].

Aus den initial Nacht-versorgten Patienten wurden 72 nicht-idiopathische Skoliosen ausgeschlossen (Abb. 5). Des Weiteren wurden 42 Patienten wegen spezifischer Ausnahmen ausgeschlossen (z. T. zu hohe Lokalisation der Scheitelwirbel in der oberen BWS, z. T. wegen extremer Diskrepanz zwischen Cobb-Winkel und Rotation bei Erstdiagnose, z. T. aufgrund von Therapieunterbrechungen vorbildlicher Verläufe, einige voreilige Umstellungen auf Ganztagsorthesen unterhalb von 25° Cobb, zwei hyperaktive Kinder, eine seitenverkehrt getragene Orthese und mehrere Eltern/Patienten, die für eine empfohlene Ganztags-therapie nicht compliant waren und nur

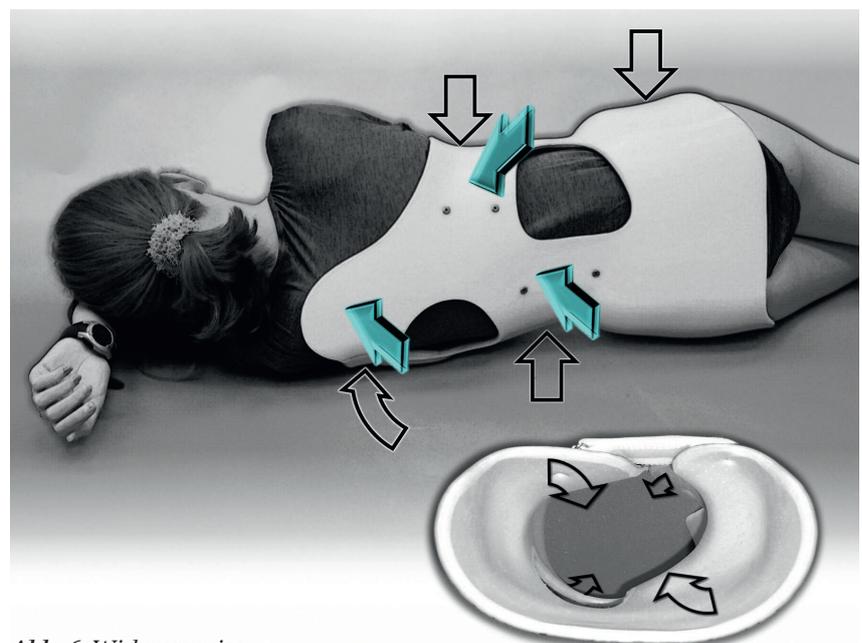


Abb. 6 Wirkungsweise des „Dresdner Night-Time-Braces“.

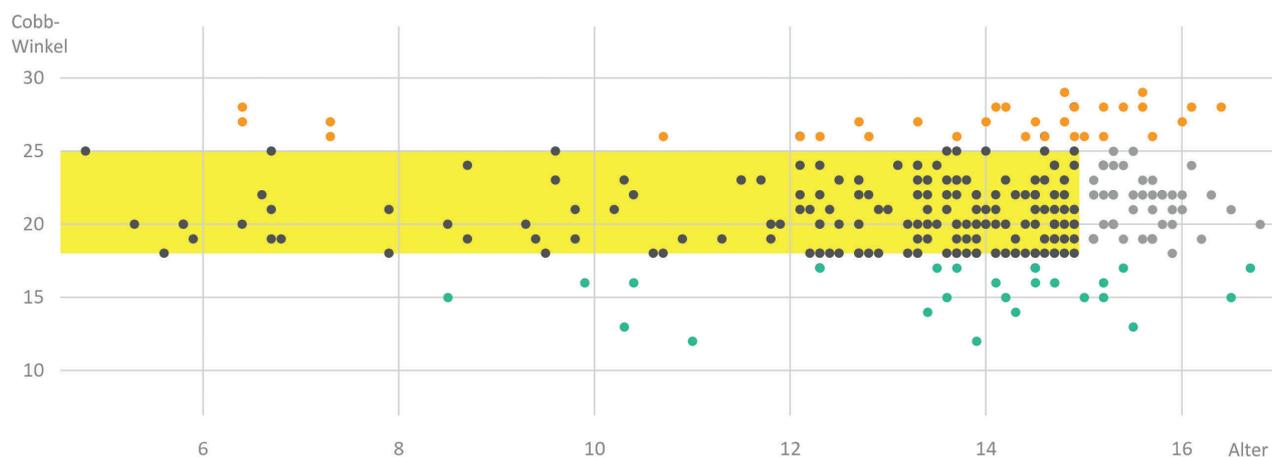


Abb. 7 Empfehlungs- und Ausschlussbereiche für frühzeitiges Night-Time-Bracing in Abhängigkeit von Alter und Cobb-Winkel bei Behandlungsbeginn: Empfehlungsbereich (gelb), Ausschlussbereiche: kritische Ausgangswinkel (orange), geringes Progredienzrisiko (grün), geringe Wachstumserwartung (grau).

aus diesem Grund isoliert nachts versorgt wurden). Die verbliebene Gruppe von 281 Patienten konnte in die Auswertung einbezogen werden.

34 Patienten dieser Gruppe waren in der Langzeitanalyse nicht compliant. Die „ad-hoc-Compliance“ für isoliertes Night-Time-Bracing ist in allen Altersklassen vergleichsweise hoch und liegt in der Regel bei über 90 %. Die Langzeit-Compliance adoleszenter Patienten liegt ebenfalls bei 90 %. Nach unserem Kenntnisstand haben nur 25 von 251 Patienten die Nacht-Behandlung vorfristig abgebrochen. Bei infantilen Skoliosen, bei denen Kinder Nachtkorsetts über viele Jahre tragen müssen, brachen allerdings ca. 30 % der Patienten (9 von 30) die Behandlung über den langen Zeitraum hinweg eher ab. Abgebrochene Behandlungen bedeuten letztlich „Physiotherapie + Spontanverlauf“. Diese Patienten dienen als wichtige Vergleichsgruppe und werden getrennt betrachtet. Im Folgenden wird zunächst die Auswertung der complianten Verläufe präsentiert.

Eingrenzung des Indikationsbereichs

Um einen allgemeingültigen, verlässlichen Empfehlungsbereich für frühzeitiges Night-Time-Bracing zu erarbeiten, wurden die Randbereiche der Indikation abgegrenzt und aus der direkten Empfehlung ausgeschlossen. Auf diese Weise kann man für den Kernbereich belastbare Ergebnisse errechnen

und saubere Schlussfolgerungen ziehen. Folgende Bereiche wurden demnach ausgeschlossen (Abb. 7).

Patienten mit mehr als 25° Cobb werden traditionell ohnehin ganztags versorgt. Wir haben in Ausnahmefällen einige sehr junge Kinder und eine Reihe besonders Korsett-skeptischer Teenager auch mit Winkeln knapp über 25° Cobb (26–29°) nachts versorgt. Aber fast die Hälfte der Krümmungen (16 von 34) waren progredient und diese Patienten mussten später doch tagsüber versorgt werden. Somit können wir für Skoliosen mit mehr als 25° Ausgangswinkel keine Empfehlung für das isolierte Night-Time-Bracing aussprechen. Diese Patienten sollten auch zukünftig von Beginn an ganztags versorgt werden und wurden für die weitere Auswertung nicht berücksichtigt.

An der unteren Grenze der Indikation gab es einzelne Versorgungen mit weniger als 18° Cobb. Normalerweise werden Patienten unterhalb von 18° Cobb nicht Korsett-versorgt, da sie ein vergleichsweise geringes Progredienzrisiko haben [11]. Ausnahmen sind bisweilen bei familiärer Disposition gerechtfertigt. Wenn ein familiär vorbelastetes Kind eine Skoliose entwickelt, wartet man u. U. nicht lange, sondern beginnt frühzeitig mit einer nächtlichen Korsetttherapie. Diese Patienten konnten in unseren Fällen im frühzeitigen Nachtkorsett stabil gehalten werden. Keiner der Patienten brauchte später eine Tagorthese. Aber diese Fälle streifen die „Übertherapie“

und sind nicht Bestandteil einer Regelempfehlung. Derartige Versorgungen bleiben Einzelfallentscheidungen. Sie wurden nicht mit in das generelle Empfehlungsfenster einbezogen und sind somit hier von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen.

Über die Jahre wurde auch eine ganze Reihe junger Patienten, die das 15. Lebensjahr vollendet hatten, wegen unvollständiger Risser-Zeichen im grundsätzlich empfohlenen Winkelbereich nachts versorgt. Diese Versorgungen waren ausnahmslos erfolgreich. Keiner der Patienten brauchte später ein Tagkorsett. Man kann derartige Versorgungen guten Gewissens durchführen, um die letzte Phase der Skelettreifung abzusichern. Aber Versorgungen nach Vollendung des 15. Lebensjahres sind keine echten Referenz-Fälle, an denen man den generellen Empfehlungsbereich festmachen kann. Sie wurden daher im Weiteren ausgeschlossen.

Es verbleibt zur letztlichen Auswertung eine Gruppe von 150 complianten Patienten (gelb markierter Bereich, Abb. 7), bei denen eine Night-Time-Behandlung genau im folgenden Empfehlungsfenster begonnen wurde:

- im Wachstumsalter
- mit Winkeln der Primärkrümmung zwischen 18° und 25° Cobb

Das Durchschnittsalter lag bei 13,0 Jahren und der durchschnittliche Anfangswinkel bei 20,5° Cobb.

Ergebnisse

Die Auswertung konzentriert sich auf das „entscheidende Kriterium“ der Vermeidung eines Tagkorsetts und somit auf die Fragen: Wie viele der 150 im Empfehlungsbereich gestarteten Patienten konnten per isoliertem Nachtkorsett im gesamten Wachstum stabil gehalten werden bzw. bei wie vielen Patienten hat sich der Winkelwert während des Wachstums über die 25-Grad-Marke hinaus verschlechtert, so dass noch eine reguläre Tagorthese nötig wurde? Die zentrale Frage lautet: Brauchte das Kind später im Wachstum noch ein zusätzliches Tagkorsett oder nicht?

Das ist auch die Kennziffer, die zuerst für die gesamte Gruppe zur Verfügung steht und die man bereits bei Vollendung des 15. Lebensjahres verfügbar hat (denn später werden Tagkorsettbehandlungen nicht mehr begonnen).

Dabei sind die Ergebnisse einer eventuell nötigen nachfolgenden Tag-Therapie nicht Gegenstand der Untersuchung. Derartige Ergebnisse sind in der Folge abhängig von Qualität und Trageverhalten der Ganztagsorthese. Diese Patienten wechseln in eine andere Kategorie der Behandlung (Full-Time-Bracing). Ergebnisse der Ganztags-Korsetttherapie sind hinlänglich bekannt und vielfältig veröffentlicht [1, 2].

Für uns ist interessant: Wie viel Prozent der Patienten konnten im isolierten Night-Time-Brace erfolgreich behandelt und stabil gehalten werden und kamen ohne Tagorthese aus? Das waren 140 der 150 Patienten und somit 93,3 %. Bei zehn Patienten (6,7 %) musste eine Tagorthese nachverordnet werden (Abb. 8a).

Will man die Gruppe der erfolgreichen Behandlungen selbst noch genauer differenzieren und herausfinden, wie hoch der Anteil echter

Verbesserungen, konstanter Verläufe oder geringfügiger Progredienzen ist, muss man etwas länger warten und die Winkel nach Korsettabelle bzw. die Nachuntersuchung im Erwachsenenalter auswerten. Ein finales Röntgen als Erwachsener liegt jedoch im Ermessen der Patienten, so dass uns in einigen Fällen nur der Stand bei Korsettabelle vorliegt.

Unter den erfolgreichen Behandlungen im 16. Lebensjahr und älter¹ fanden wir 21,9 % mit Winkel-Regredienz (Verbesserung > 5°), 74,2 % mit konstanten Winkelwerten (+/- 5°) und 3,9 % mit minimaler Progredienz auf Abschlusswinkel von max. 29° Cobb nach Behandlungsabschluss (Abb. 8b). Grenzt man die Auswertung auf Patienten im 17. Lebensjahr und älter ein², dann ändert sich das Ergebnis nur geringfügig auf 18,2 % Verbesserungen, 76,1 % Konstanz und 5,7 % minimale Progredienz.

¹ Abschluss-Röntgen im 16. Lebensjahr und älter liegt bei 128 Patienten vor

² Abschluss-Röntgen im 17. Lebensjahr und älter liegt bei 88 Patienten vor

Fazit

Betrachtet man die Gesamtheit der idiopathischen Skoliose-Patienten im Wachstumsalter, werden derzeit 75 % von ihnen mit Winkeln über 25° Cobb zur Erstvorstellung in Skoliose-Spezialambulanzen vorstellig und kommen damit zu spät für ein isoliertes Night-Time-Bracing. Diese Patienten sollten auch in Zukunft mit dem traditionellen Konzept ganztags Korsett-versorgt werden, wobei es perspektivisch wünschenswert wäre, die Rate durch gezielte Früherkennung spürbar zu verringern.

Für Patienten, die unterhalb von 25° Cobb erfasst werden und auf die

man frühzeitig Einfluss nehmen kann, hätte man perspektivisch die Wahl zwischen

- der klassischen Variante von Physiotherapie und Beobachtung oder
- frühzeitigem Night-Time-Bracing

Aus der Gruppe noncompliant Patienten können wir schlussfolgern, dass etwa 50 % der moderaten Skoliosen (18-25° Cobb) unter rein physiotherapeutischer Behandlung stabil bleiben. Allerdings bedeutet das auch, dass in etwa jeder zweite Patient zum späteren Zeitpunkt ein Tagkorsett braucht. Diese Patienten müssen für relativ lange Zeit eine erhebliche Einschränkung der Lebensqualität mit all den bekannten psychischen Beeinträchtigungen und Einschränkung der Bewegungsfreiheit hinnehmen.

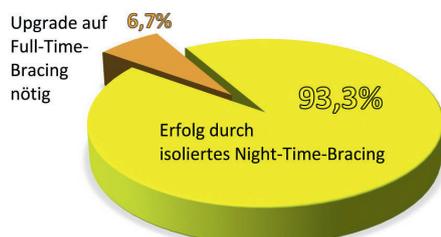
Würde man moderate Skoliosen frühzeitig im Nachtkorsett behandeln, könnte man die Verschlechterungsrate prognostisch unter 10 % senken. Mehr als 90 % der Patienten würden unserer Auswertung zufolge allein mit dem Nachtkorsett stabil bleiben und ein „normales Leben“ am Tage leben können. Das wäre ein erheblich gesenktes Progredienzrisiko und eine beträchtliche Erhöhung der Lebensqualität für die entsprechenden Patienten. Frühzeitiges Night-Time-Bracing sollte daher dringend als Bestandteil moderner Skoliosebehandlung in das Behandlungskonzept integriert werden.

Danksagung

Ich möchte mich bei allen Ärzten bedanken, die über zwei Jahrzehnte die Umsetzung des Versorgungskonzepts und die umfassende Auswertung ermöglicht haben, selbst wenn ich sie hier nicht alle namentlich nennen kann. Ein besonderer Dank gilt Herrn CA Dr. med. Jens Seifert, Asklepios Or-

a.

Erfolgsbilanz - Frühzeitiges Night-Time-Bracing



b.

Differenzierung erfolgreicher Night-Time-Versorgungen

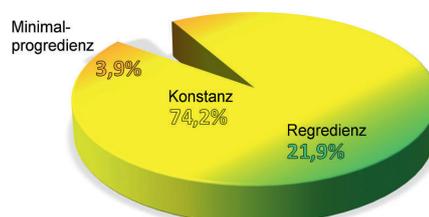


Abb. 8a u. b

a) Anteil erfolgreicher und nicht erfolgreicher Night-Time-Behandlungen (in Prozent)

b) Verteilung erfolgreicher Night-Time-Behandlungen (in Prozent).

thopädische Klinik Hohwald, der diesen Versorgungsansatz von Beginn an begleitet und maßgeblich mit auf den Weg gebracht hat. Die meisten der Versorgungungen wurden in Zusammenarbeit mit ihm durchgeführt.

Weiterhin bedanke ich mich bei Herrn PD Dr. med. Peter Bernstein, der ebenfalls viele dieser konservativen Therapien betreut und mich zudem bei der Literaturrecherche unterstützt hat.

Ich möchte nicht versäumen, mich bei meinen beiden Lehrmeistern der Orthopädie- und Reha-technik Dresden GmbH zu bedanken. Herr Werner Nauman hat mir über Jahre die

Grundlagen der Skoliosenorthetik vermittelt und Herr Klaus Oschatz hat mich als Seniorchef motiviert, mir entsprechende Weiterbildung ermöglicht und die Arbeit stets wohlwollend begleitet.

Der Autor:

Andreas Selle, Orthopädietechnik-Meister
Orthopädie & Reha-technik
Dresden GmbH
Fetscherstraße 70
01307 Dresden
aselle@ord.de

Begutachteter Beitrag/reviewed paper

Literatur:

- [1] Nachemson A et al. Effectiveness of treatment with a brace in girls who have adolescent idiopathic scoliosis. A prospective, controlled study based on data from the Brace Study of the Scoliosis Research Society. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 1995; 77 (6): 815–822
- [2] Weinstein SL, Dolan LA, Wright JG, Dobbs MB. Effects of Bracing in Adolescents with Idiopathic Scoliosis. *New England Journal of Medicine*, 2013; 369 (16): 1512–1521
- [3] Landauer F. Compliance als Prognosefaktor bei der konservativen Behandlung der idiopathischen Skoliose. *Orthopädie Technik*, 2022; 73 (2): 60–67
- [4] Piantoni L et al. Quality of life and patient satisfaction in bracing treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Scoliosis and Spinal Disorders*, 2018; 13:26. doi: 10.1186/s13013-018-0172-0
- [5] Selle A, Seifert J. Compliance-Vergleich verschiedener Skoliose-Bracing-Konzepte. *Orthopädie Technik*, 2010; 8 (10): 580–583
- [6] Chalmers E, Lou E, Hill D, Zhao HV. An advanced compliance monitor for patients undergoing brace treatment for idiopathic scoliosis. *Medical Engineering Physics*, 2015; 37(2): 203–209. doi: 10.1016/j.medengphy.2014.12.010
- [7] Seifert J, Selle A, Flieger C, Günther KP. Die Compliance als Prognosefaktor bei der konservativen Behandlung idiopathischer Skoliosen. *Der Orthopäde*, 2009; 38 (2): 151–159. DOI 10.1007/s00132-008-1367-5
- [8] Xu L, Yang X, Wang Y, Wu Z, Xia C, Qiu Y, Zhu Z. Brace Treatment in Adolescent Idiopathic Scoliosis Patients with Curve Between 40° and 45°: Effectiveness and Related Factors. *World Neurosurgery*, 2019; 126:e901–e906. doi: 10.1016/j.wneu.2019.03.008
- [9] Seifert J, Selle A. Hat die Nachorthese in der Skoliose-therapie noch eine Berechtigung? *Der Orthopäde*, 2009; 38 (2): 146–150. doi: 10.1007/s00132-008-1381-7
- [10] Selle A. Separate Tag- und Nachtversorgung – ein neuer Standard in der Skoliosenorthetik? *Orthopädie Technik*, 2003; 54: 874–878
- [11] Lonstein JE, Carlson JM. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 1984; 66-A (7): 1061–1071