

ДЕФОРМАЦИЯ ПОЗВОНОЧНИКА ПРИ ЮНОШЕСКОМ ИДИОПАТИЧЕСКОМ СКОЛИОЗЕ В КОНЦЕ ЛЕЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КОРСЕТА ШЕНО

© К. Цакнакис, Л. Брауншвейг, Х.М. Лоренц, А.К. Хелл

Университетский медицинский центр Геттингена, Геттинген, Германия

■ Для цитирования: Цакнакис К., Брауншвейг Л., Лоренц Х.М., Хелл А.К. Деформация позвоночника при юношеском идиопатическом сколиозе в конце лечения с помощью корсета Шено // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2020. – Т. 8. – Вып. 3. – С. 269–274. <https://doi.org/10.17816/PTORS34039>

Поступила: 11.05.2020

Одобрена: 06.08.2020

Принята: 24.08.2020

Обоснование. При лечении юношеского идиопатического сколиоза часто назначают ношение корсета. Существуют различные модели корсета Шено. Опубликованных данных об отдаленных результатах лечения деформации позвоночника с помощью корсета Шено мало, при этом результаты различаются.

Цель — анализ клинических и рентгенологических данных пациентов с юношеским идиопатическим сколиозом в период от начала лечения корсетом Шено и до завершения роста и лечения корсетом для определения результатов лечения и прогноза в клинической практике.

Материалы и методы. В период от начала лечения до завершения роста наблюдали 52 пациента с юношеским идиопатическим сколиозом, которые носили корсет Шено. Проанализированы такие клинические данные, как исходный индекс Риссера, возраст на момент лечения, пол, характеристики деформации и индекс массы тела.

Результаты. Средний возраст в начале лечения корсетом составил 13,1 года, средняя величина сколиотической деформации была 30,9°. За 4 мес. ношения корсета сколиотическая деформация уменьшилась до 20,1°. Через 9 мес. после окончания ношения корсета и средней продолжительности лечения 17 мес. сколиотическая деформация достигала 30,3°. У детей с меньшей степенью созревания скелета величина исходной сколиотической деформации была меньше, чем у более зрелых пациентов, что приводило к меньшей деформации позвоночника в конце лечения. Кроме того, у детей с ожирением коррекция сколиоза во время ношения корсета была менее выражена, чем у детей с нормальной массой тела.

Заключение. У пациентов с юношеским идиопатическим сколиозом, носивших корсет Шено, изначальная коррекция деформации составила 35 %. Через 9 мес. после окончания лечения корсетом сколиотическая деформация была идентична таковой в начале лечения.

Ключевые слова: лечение корсетом Шено; сколиоз; коррекция; консервативное лечение; деформация позвоночника.

SPINAL DEFORMITY IN ADOLESCENT IDIOPATHIC SCOLIOSIS AT THE END OF CHÊNEAU BRACE TREATMENT

© К. Tsaknakis, L. Braunschweig, H.M. Lorenz, A.K. Hell

University Medical Center Goettingen, Goettingen, Germany

■ For citation: Tsaknakis K, Braunschweig L, Lorenz HM, Hell AK. Spinal deformity in adolescent idiopathic scoliosis at the end of Chêneau brace treatment. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2020;8(3):269-274. <https://doi.org/10.17816/PTORS34039>

Received: 11.05.2020

Revised: 06.08.2020

Accepted: 24.08.2020

Background. Brace treatment is frequently used in adolescent idiopathic scoliosis (AIS). However, due to different brace models, long-term results on spinal deformity development at the end of Chêneau brace treatment are not often described and differ in results.

Aim. The aim of this work was to analyze clinical and radiological data of AIS patients treated with Chêneau braces from the beginning of treatment until the end of growth and brace therapy in order to define realistic treatment results and expectations in an everyday setting.

Materials and methods. 52 AIS patients with Chêneau brace treatment were followed from the beginning of treatment until the end of growth. Clinical data such as the initial Risser sign, age at treatment, gender, curve patterns and body mass index were analyzed.

Results. At the beginning of brace therapy, the average age was 13.1 years and patients showed a mean scoliotic curve angle of 30.9°. Four months of brace use reduced the scoliotic curve to 20.1°. Nine months after the end of brace treatment and an average treatment duration of 17 months, scoliosis has increased up to 30.3° again. In children with a lower maturity status, the initial scoliotic curve was less than in more mature patients leading to less spinal deformity at the end of treatment. In addition, obese children had less scoliosis correction during brace therapy than normalweight children.

Conclusion. In patients with AIS treated with a Chêneau brace, the initial curvature correction was 35%. Nine months after the end of brace treatment, scoliotic curves identical to the deformities at the beginning of treatment could be observed.

Keywords: Chêneau brace therapy; scoliosis; correction; conservative; spinal deformity.

У пациентов с юношеским идиопатическим сколиозом (ЮИС) для предотвращения прогрессирующей деформации и ее последствий и для того, чтобы избежать выполнения спондилодеза, часто применяют ношение корсета [1]. Однако сложно сравнивать результаты после завершения роста и консервативного лечения. На результаты лечения влияет дизайн корсета, который зависит от региональных предпочтений [2]. В большинстве исследований представлены результаты лечения сколиоза корсетом в Северной Америке [3, 4] — в Милуоки [5], Бостоне [6], Провиденсе [7] и Чарлстоне [8] — и их сравнительный анализ.

В Европе в основном используют корсет Шено и похожие на него, например Chêneau-Rigo [9] или ScoliOlogiC® Chêneau light [10]. На протяжении последних десятилетий результаты ношения корсетов этих моделей описывают реже [1, 11, 12], чем корсетов производства США, а результаты по величине получаемой коррекции в конце лечения значительно различаются.

Помимо типа корсета на результаты лечения значительно влияют индивидуальное изготовление корсетов, исходная величина коррекции деформации [12, 13] и время ношения корсета [14], а также факторы, связанные с пациентом, например максимальная скорость роста, остаточный рост, исходная степень деформации, ригидность деформации и многое другое.

Цель — анализ клинических и рентгенологических данных пациентов с ЮИС в период от начала лечения корсетом Шено и до завершения роста и лечения корсетом для определения результатов лечения и прогноза в клинической практике.

Материалы и методы

После получения одобрения местного этического комитета Университетского медицинского центра наблюдали за 52 пациентами с ЮИС, получавшими консервативное лечение корсетом Шено в Университетском медицинском центре, в период от начала лечения до завершения роста и несколько месяцев (в среднем 9 мес.) после ношения корсета. В соответствии с Richards et al. [15], опубликовавшими данные Общества

исследования сколиоза (ОИС) по ношению корсета, критериями включения в группу наблюдения были диагноз ЮИС, минимальный возраст 10 лет, индекс Риссера от 0 до 2 (<50 % окостенения подвздошного апофиза на рентгенограммах), угол сколиотической деформации (угол Кобба) 25–40°, не менее одного месяца после менархе и отсутствие предшествующего лечения. В наше исследование были включены пациенты, удовлетворявшие этим критериям и носившие корсет Шено до завершения роста скелета (индекс Риссера 5). Кроме того, поскольку в Германии лечение корсетом рекомендовано при угле сколиоза 20° и при использовании метода Кобба учитывают ошибку измерения 5°, в исследование были также включены 14 пациентов с углом сколиотической деформации 17–24°. Регистрировали такие клинические данные, как характеристики деформации и индекс массы тела (ИМТ). При первом осмотре были проанализированы стандартные рентгенограммы, выполненные в положении стоя в переднезадней и боковой проекциях. Для уменьшения рентгенологической нагрузки контрольные рентгенологические исследования выполняли только в положении стоя в переднезадней проекции (рис. 1).

Всем пациентам было назначено ношение корсета Шено различных производителей. После изготовления корсета были рекомендованы подгонка корсета и увеличение длительности ношения. При необходимости подгонку ортеза осуществляла фирма-производитель. Для проверки корсета и выполнения контрольных рентгенограмм в переднезадней проекции в корсете для подтверждения коррекции деформации амбулаторный осмотр был запланирован через 3–5 мес. после первичного. Все подростки и их родители были проинформированы о необходимости ношения корсета 23 ч в день [14] с возможностью его снятия только во время физических упражнений и принятия душа. Для деротации, стабилизации и удлинения позвоночника в трех измерениях была назначена лечебная физкультура, предпочтение отдавали методу Шрот [16]. Объективные данные о реальном времени ношения корсета и активность выполнения упражнений не учитывали. Таким

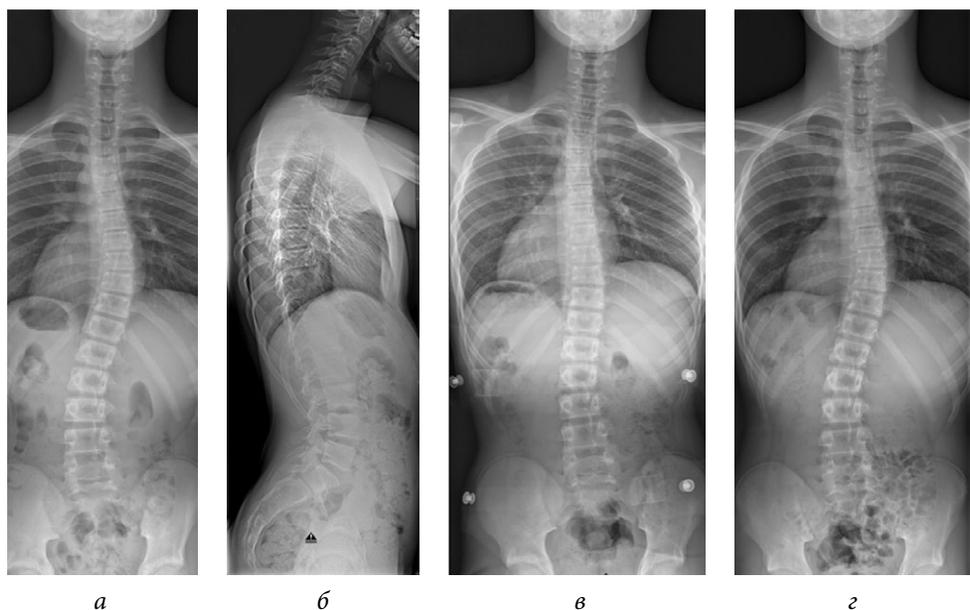


Рис. 1. Мальчик, 12 лет, со сколиозом (а) и нормальной кривизной позвоночника в сагиттальной плоскости (б). Сколиоз можно было эффективно скорректировать с помощью корсета Шено (в). На 6-м месяце наблюдения после окончания ношения корсета деформация позвоночника характеризовалась исходными показателями (г)

образом, приведенные данные отображают типичную повседневную практику в крупной педиатрической клинике по лечению позвоночника.

Помимо сбора клинических данных при выполнении рентгенологического исследования в корсете Шено и без корсета проводили рентгенологические измерения сколиотической деформации. Показатели проанализированы в соответствии со степенью созревания (индекс Риссера). Чтобы описать, какой из трех отделов позвоночника (проксимальный грудной, основной грудной или грудопоясничный/поясничный) структуральный или неструктуральный, применяли классификацию по Ленке; рентгенологически можно было выделить шесть различных типов сколиоза. Полученные данные были статистически проанализированы с применением *t*-критерия Стьюдента в программе Excel. Все данные представлены в виде среднего значения \pm стандартное отклонение. Различия считали статистически достоверными при $p < 0,05$.

Результаты

Данные и рентгенологические изображения 52 детей с идиопатическим сколиозом были оценены в соответствии с критериями ОИС [15]. Из них было 88 % пациентов ($n = 46$) женского и 12 % ($n = 6$) мужского пола. Средний возраст на момент установления диагноза составил 13,1 года (11,1–14,3, стандартное отклонение — 1,63). Средний рост на момент установления диагноза и начала ношения корсета равнялся 162 см при средней массе тела 49 кг. У 87 % пациентов ($n = 45$) была одна дуга сколиотической деформации, в то время как у остальных ($n = 7$) диагностирован

S-образный сколиоз с двумя дугами, в результате было проанализировано 59 дуг искривления.

Согласно классификации по Ленке [17] выделили шесть различных типов сколиотической деформации. У большинства пациентов наблюдали в основном 1-й тип по Ленке — правосторонний сколиоз грудного отдела (см. таблицу).

Степень созревания скелета пациентов была различной. У 48 % девочек ($n = 22$) уже наступило менархе. Индекс Риссера ≥ 1 на момент установления основного диагноза зафиксирован у 75 % пациентов этой группы. По техническим причинам индекс Риссера не мог быть оценен на 2 % рентгенограмм.

На рентгенограммах пациентов с ЮИС на момент начала лечения средняя величина дуги искривления составила $30,9^\circ$. Этот показатель можно было уменьшить до $20,1^\circ$ через 4 мес. ношения корсета Шено, что соответствовало коррекции исходной деформации на 35 %. При последнем рентгенологическом контроле во время лечения корсетом средний показатель сколиотической деформации увеличился до $26,3^\circ$ в течение в среднем 17 мес. лечения. Однако это различие было статистически недостоверным (рис. 2).

Юношеский идиопатический сколиоз ($n = 52$), классифицируемый по Ленке

Классификация по Ленке		
1-й	$n = 27$	52 %
2-й	$n = 0$	0 %
3-й	$n = 7$	13 %
4-й	$n = 3$	6 %
5-й	$n = 14$	27 %
6-й	$n = 1$	2 %

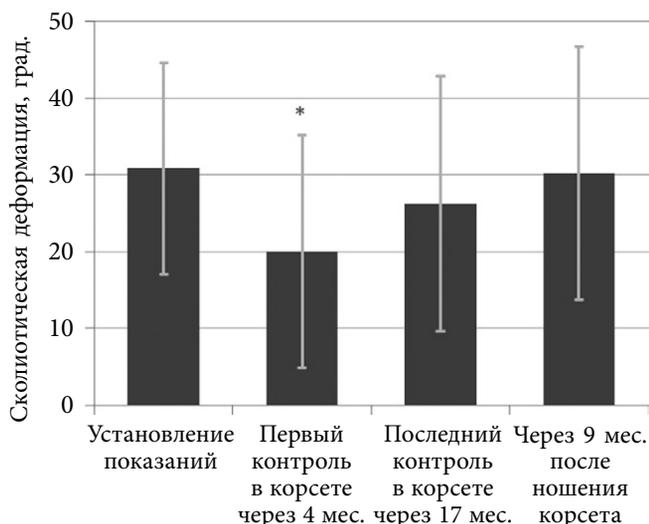


Рис. 2. Угол (среднее значение \pm стандартное отклонение) основных сколиотических дуг у всех пациентов ($n = 52$): на момент установления показаний к ношению корсета, через 4 мес. после ношения корсета, последний контроль в корсете (17 мес.) и через 9 мес. после окончания ношения корсета. Значимость различий ($*p < 0,05$) при сравнении с исходным значением (на момент установления показаний к ношению корсета) определяли с помощью t -критерия Стьюдента

Через 9 мес. после окончания ношения корсета величина сколиотической дуги была такой же, как и исходная.

У пациентов с остаточным ростом после завершения периода максимальной скорости роста (индекс Риссера ≥ 1) до лечения сколиотическая деформация была более выражена ($33,5^\circ$ против $23,4^\circ$, $p = 0,005$), но динамика деформации на протяжении курса лечения была такая же, как и у менее зрелых пациентов (рис. 3).

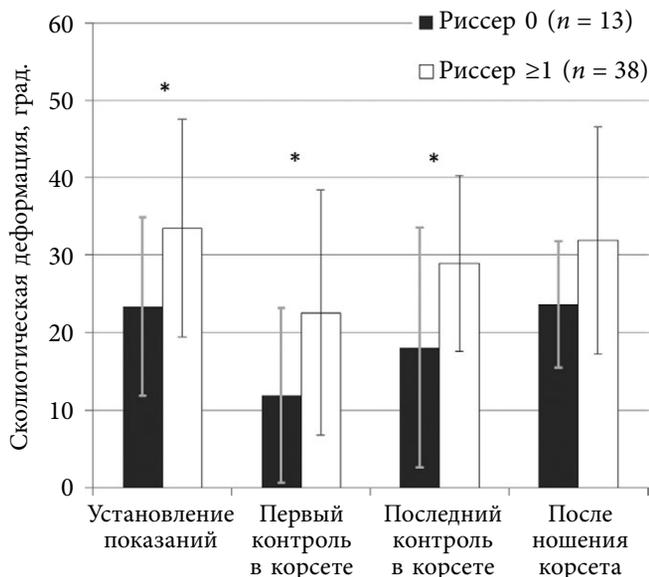


Рис. 3. Динамика изменения сколиотической деформации (среднее значение \pm стандартное отклонение) у пациентов с незрелым скелетом (индекс Риссера 0) и у пациентов с более зрелым скелетом (индекс Риссера ≥ 1). Значимость различий ($*p < 0,05$) между двумя группами определяли с помощью t -критерия Стьюдента

Анализ данных показал, что избыточная масса тела служила негативным прогностическим фактором для контроля деформации позвоночника с помощью корсета Шено. Во время ношения корсета у пациентов с избыточной массой тела ($n = 4$, ИМТ >90 -го перцентиля) были более высокие исходные (41° против 31°) и конечные величины (46° против 26°) сколиотической деформации и хуже контроль деформации по сравнению с подростками с нормальной массой тела ($p = 0,039$).

Обсуждение

Вопрос об эффективности ношения корсета у детей с ЮИС остается спорным. Согласно систематическому обзору только англоязычной литературы [3] при установлении показаний к хирургическому лечению ЮИС различий в величине искривления у пациентов, находящихся под динамическим наблюдением и носивших корсет, не выявлено. При этом в этой же группе пациентов частота успешных результатов лечения после ношения корсета была выше, чем у пациентов с ЮИС, находящихся только под наблюдением [18]. De Giorgi et al. [1] сообщили, что после завершения лечения корсетом Шено отмечена стойкая коррекция сколиоза на 59 % со средней величиной сколиотической деформации 11° , что свидетельствовало об отсутствии деформаций, подлежащих хирургическому лечению.

Существует множество проблем, связанных с ношением корсета при ЮИС: тип корсета, индивидуальное изготовление, неопределенные сроки ношения [19, 20], различная дополнительная лечебная физкультура, индивидуальные характеристики прогрессирования и ригидности деформации, остаточный рост и др. В 2013 г. De Giorgi et al. [1] предположили, что отличные результаты при ношении корсета Шено можно получить при тщательном отборе пациентов, лечении у одного доктора, который лично контролирует все корсеты и следит за временем ношения корсета, а также при выполнении упражнений лечебной физкультуры и использовании корсетов только одного известного производителя. Однако это не соответствует обычным условиям, в которых находятся большинство пациентов. В статье приведены результаты повседневной амбулаторной практики в одном крупном педиатрическом центре лечения позвоночника.

После отбора пациентов в соответствии с критериями ОИС [15] подросткам было назначено ношение корсета Шено, который обычно используют в Европе [10]. Корсеты изготавливали рядом с местом проживания пациентов, поскольку многие семьи жили далеко от медицинского центра.

Рентгенологический контроль подгонки корсета выполняли в среднем через 4,3 мес. от начала лечения. Согласно данным литературы оптимальная величина коррекции деформации составляет 50 % и более [12, 13], но в исследуемой популяции мы смогли достичь показателя только 35 %. Одной из причин могут быть различия в технологии разных производителей корсетов Шено. В соответствии с рентгенологическими данными для улучшения коррекции семьям было рекомендовано выполнить подгонку корсета Шено у местных производителей. Были назначены контрольные осмотры раз в 6 мес. или ранее при возникновении проблем.

При ношении корсета Шено согласно описанной методике с течением времени можно было наблюдать постепенное, но статистически незначимое увеличение сколиотической деформации. Через 9 мес. после завершения ношения корсета сколиотический угол был идентичен исходной величине деформации позвоночника. Схожие результаты опубликовали Norf et al. [11] и Zaborowska-Sapeta et al. [21], которые описали прекращение прогрессирования сколиотической деформации у 48 % пациентов. Отдаленные результаты после завершения ношения корсета сильно различаются. Хотя некоторые авторы сообщают о стойких отличных результатах [1], другие приводят данные о постепенном прогрессировании деформации [21, 22].

В нашей популяции у пациентов с незрелым скелетом в начале лечения (индекс Риссера <0) и, следовательно, с более длительными сроками лечения окончательные показатели деформации не были более выражены, чем у пациентов исходно более старшего возраста (см. рис. 3). Это может быть обусловлено отбором пациентов в соответствии с критериями ОИС [15], исключаящими пациентов младше 10 лет, у которых обычно прогрессирование деформации более выражено. Очевидно, что негативным фактором, ассоциированным с низкой эффективностью ношения корсета Шено, была избыточная масса тела, что описано в литературе [23].

Ограничения исследования

Ограничением нашего исследования было включение пациентов с углом Кобба менее 25°, что отмечено в критериях ОИС, поскольку в Германии лечение корсетом рекомендовано при угле сколиоза 20° и при использовании метода Кобба необходимо учитывать ошибку измерения 5°.

Заключение

В нашей группе пациентов из 52 детей с ЮИС, отвечающих критериям ОИС, которые получили лечение корсетом Шено, изготовленного

в различных регионах страны, суммарная коррекция исходной деформации составила 35 %. При завершении роста, а также дополнительно через 9 мес. наблюдения после лечения корсетом показатели сколиотической деформации были идентичны исходным до начала лечения. Эти результаты были лучше тех, которые получены во многих исследованиях в США [4, 6–8], но хуже, чем результаты лечения корсетом Шено с тщательным отбором пациентов, у одного врача, строгим контролем и одним авторитетным производителем корсетов [1].

В заключение необходимо отметить, что лечение детей с ЮИС с помощью корсета скорее предупреждает прогрессирование, а не корректирует или изменяет деформацию, позволяя сохранить величину сколиотической деформации в конце лечения на исходном уровне.

Дополнительная информация

Источник финансирования. Отсутствует.

Конфликт интересов. Все авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Этическая экспертиза. Одобрение местного этического комитета получено 5 декабря 2013 г. под номером ДОК_125_2013. Поскольку в этом исследовании изучали исключительно рентгенограммы, этический комитет позволил не получать информированного согласия. Участники были осведомлены о цели исследования, и для изучения снимков всех пациентов было получено информированное согласие родителя и/или законного опекуна.

Вклад авторов

К. Цакнакис, А.К. Хелл — участие в разработке дизайна и концепции исследования, сбор данных, анализ и интерпретация данных, написание рукописи, проверка рукописи.

Х.М. Лоренц — сбор данных, проверка рукописи.

Л. Брауншвейг — анализ и интерпретация данных, сбор данных, проверка рукописи.

Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Литература

1. De Giorgi S, Piazzolla A, Tafuri S, et al. Cheneau brace for adolescent idiopathic scoliosis: long-term results. Can it prevent surgery? *Eur Spine J.* 2013;22 Suppl 6: S815-822. <https://doi.org/10.1007/s00586-013-3020-1>.
2. Katz DE, Herring JA, Browne RH, et al. Brace wear control of curve progression in adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(6):1343-1352. <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.01142>.
3. Dolan LA, Weinstein SL. Surgical rates after observation and bracing for adolescent idiopathic scoliosis: an evidence-based review. *Spine (Phila Pa 1976).*

- 2007;32(19 Suppl):S91-S100. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318134ead9>.
4. Schiller JR, Thakur NA, Ebersson CP. Brace management in adolescent idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(3):670-678. <https://doi.org/10.1007/s11999-009-0884-9>.
 5. Lonstein JE, Winter RB. The Milwaukee brace for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. A review of one thousand and twenty patients. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76(8):1207-1221. <https://doi.org/10.2106/00004623-199408000-00011>.
 6. Katz DE, Durrani AA. Factors that influence outcome in bracing large curves in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001;26(21):2354-2361. <https://doi.org/10.1097/00007632-200111010-00012>.
 7. D'Amato CR, Griggs S, McCoy B. Nighttime bracing with the Providence brace in adolescent girls with idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001;26(18):2006-2012. <https://doi.org/10.1097/00007632-200109150-00014>.
 8. Price CT, Scott DS, Reed FR, et al. Nighttime bracing for adolescent idiopathic scoliosis with the Charleston Bending Brace: Long-term follow-up. *J Pediatr Orthop.* 1997;17(6):703-707.
 9. Rigo M, Weiss H-R. The Chêneau concept of bracing — biomechanical aspects. *Stud Health Technol Inform.* 2008;135:303-319.
 10. Grivas TB, Kaspiris A. European braces widely used for conservative scoliosis treatment. *Stud Health Technol Inform.* 2010;158:157-166.
 11. Hopf C, Heine J. Long-term results of the conservative treatment of scoliosis using the Cheneau brace. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 1985;123(3):312-322. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1045157>.
 12. Weiss HR, Werkmann M. "Brace Technology" Thematic Series — The ScolIOlogiC(R) Cheneau light brace in the treatment of scoliosis. *Scoliosis.* 2010;5:19. <https://doi.org/10.1186/1748-7161-5-19>.
 13. Jonasson-Rajala E, Josefsson E, Lundberg B, Nilsson H. Boston thoracic brace in the treatment of idiopathic scoliosis. Initial correction. *Clin Orthop Relat Res.* 1984;(183):37-41.
 14. Rowe DE, Bernstein SM, Riddick MF, et al. A meta-analysis of the efficacy of non-operative treatments for idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79(5):664-674. <https://doi.org/10.2106/00004623-199705000-00005>.
 15. Richards BS, Bernstein RM, D'Amato CR, Thompson GH. Standardization of criteria for adolescent idiopathic scoliosis brace studies: SRS Committee on Bracing and Nonoperative Management. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30(18):2068-2075; discussion 2076-2067. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000178819.90239.d0>.
 16. Lehnert-Schroth C. Schroth's three dimensional treatment of scoliosis. *ZFA (Stuttgart).* 1979;55(34):1969-1976.
 17. Lenke LG, Betz RR, Harms J, et al. Adolescent idiopathic scoliosis: A new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83(8):1169-1181.
 18. Weinstein SL, Dolan LA, Wright JG, Dobbs MB. Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis. *N Engl J Med.* 2013;369(16):1512-1521. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1307337>.
 19. Donzelli S, Zaina F, Negrini S. In defense of adolescents: They really do use braces for the hours prescribed, if good help is provided. Results from a prospective everyday clinic cohort using thermobrace. *Scoliosis.* 2012;7(1):12. <https://doi.org/10.1186/1748-7161-7-12>.
 20. Karol LA, Virostek D, Felton K, et al. The Effect of the risser stage on bracing outcome in adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;98(15):1253-1259. <https://doi.org/10.2106/JBJS.15.01313>.
 21. Zaborowska-Sapeta K, Kowalski IM, Kotwicki T, et al. Effectiveness of Cheneau brace treatment for idiopathic scoliosis: Prospective study in 79 patients followed to skeletal maturity. *Scoliosis.* 2011;6(1):2. <https://doi.org/10.1186/1748-7161-6-2>.
 22. Aulisa AG, Guzzanti V, Falciglia F, et al. Curve progression after long-term brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis: Comparative results between over and under 30 Cobb degrees — SOSORT 2017 award winner. *Scoliosis Spinal Disord.* 2017;12:36. <https://doi.org/10.1186/s13013-017-0142-y>.
 23. Goodbody CM, Asztalos IB, Sankar WN, Flynn JM. It's not just the big kids: Both high and low BMI impact bracing success for adolescent idiopathic scoliosis. *J Child Orthop.* 2016;10(5):395-404. <https://doi.org/10.1007/s11832-016-0763-3>.

Сведения об авторах

Константинос Цакнакис — врач — детский травматолог-ортопед отделения травмы, ортопедии и пластической хирургии. Университетский медицинский центр Геттингена, Геттинген, Германия. <https://orcid.org/0000-0002-7102-5892>. E-mail: konstantinos.tsaknakis@med.uni-goettingen.de.

Лена Брауншвейг — канд. мед наук, врач — детский травматолог-ортопед отделения травмы, ортопедии и пластической хирургии. Университетский медицинский центр Геттингена, Геттинген, Германия. <https://orcid.org/0000-0002-5178-826X>. E-mail: lena.braunschweig@med.uni-goettingen.de.

Хайко М. Лоренц — врач — детский травматолог-ортопед отделения травмы, ортопедии и пластической хирургии. Университетский медицинский центр Геттингена, Геттинген, Германия. <https://orcid.org/0000-0001-5075-5274>. E-mail: heiko.lorenz@med.uni-goettingen.de.

Анна К. Хелл* — врач — детский травматолог-ортопед отделения травмы, ортопедии и пластической хирургии. Университетский медицинский центр Геттингена, Геттинген, Германия. <https://orcid.org/0000-0002-6655-7130>. E-mail: anna.hell@med.uni-goettingen.de.

Konstantinos Tsaknakis — MD, Pediatric Orthopaedics, Department of Trauma, Orthopaedic and Plastic Surgery. University Medical Center Goettingen, Goettingen, Germany. <https://orcid.org/0000-0002-7102-5892>. E-mail: konstantinos.tsaknakis@med.uni-goettingen.de.

Lena Braunschweig — MD, PhD, Pediatric Orthopaedics, Department of Trauma, Orthopaedic and Plastic Surgery. University Medical Center Goettingen, Goettingen, Germany. <https://orcid.org/0000-0002-5178-826X>. E-mail: lena.braunschweig@med.uni-goettingen.de.

Haiko M. Lorenz — MD, Pediatric Orthopaedics, Department of Trauma, Orthopaedic and Plastic Surgery. University Medical Center Goettingen, Goettingen, Germany. <https://orcid.org/0000-0001-5075-5274>. E-mail: heiko.lorenz@med.uni-goettingen.de.

Anna K. Hell* — MD, Pediatric Orthopaedics, Department of Trauma, Orthopaedic and Plastic Surgery. University Medical Center Goettingen, Goettingen, Germany. <https://orcid.org/0000-0002-6655-7130>. E-mail: anna.hell@med.uni-goettingen.de.