

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2023-2-67-21-26>

УДК 616-08; 616.72-001.6.717.2

МРНТИ 76.29.41

Оригинальная статья

Кривая обучения при использовании малоинвазивной хирургической методики коррекции идиопатического сколиоза

[Сюндюков А.Р.](#)¹, [Корняков П.Н.](#)², [Николаев Н.С.](#)³, [Виссарионов С.В.](#)⁴, [Емельянов В.Ю.](#)⁵

¹ Заведующий детским травматолого-ортопедическим отделением, Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования Минздрава России, Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, Чебоксары, Чувашская Республика, Российская Федерация. E-mail: sndk-ar@yandex.ru

² Врач травматолог-ортопед поликлиники, Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования Минздрава России, Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, Чебоксары, Чувашская Республика, Российская Федерация. E-mail: fc@orthoscheb.com

³ Главный врач, Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования, Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, Чебоксары, Чувашская республика, Российская Федерация. E-mail: fc@orthoscheb.com

⁴ Директор, Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии ортопедии имени Г.И. Турнера, Санкт-Петербург, Российская Федерация. E-mail: vissarionovs@gmail.com

⁵ Доцент кафедры акушерства и гинекологии, Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования Минздрава России, Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, Чебоксары, Чувашская республика, Российская Федерация. E-mail vемelyanovv@orthoscheb.com

Резюме

Частота выявляемости сколиоза остается стабильной величиной. Единственным методом коррекции сколиоза с углом искривления позвоночника более 45° является оперативное лечение. Наиболее современной методикой является малоинвазивная методика.

Цель исследования: малоинвазивная методика коррекции сколиоза является относительно новой высокотехнологичной методикой, на овладение которой должно уходить определенное время. Данное исследование направлено на анализ кривой обучения при проведении малоинвазивной хирургии.

Методы. Производился анализ данных малоинвазивной методики 58 пациентов с идиопатическим сколиозом и средним уровнем дуги искривления 51,7±1,5°, в течение 5 лет для построения кривой обучения каждый год оценивались время операции, коррекция основной дуги, объем кровопотери оценивался в течение 5 лет, при этом учитывалось количество операций для достижения плато.

Результаты. Время операции достоверно снижалось в первые 4 года или до 52 пациентов с 413,6±25,8 мин до 293,2±11,3 мин, $p < 0,0001$. Угол коррекции в % увеличивался до 3 лет, или 38 пациента, с 17,9±2,6% до 25,8±2,4% с последующим статистически недостоверным ростом в течение 2-х лет до 32±5,8% $p = 0,0051$. Объем кровопотери недостоверно снижался в течение 5 лет с 278,6±58,6 мл до 172,1±24,2 мл.

Выводы. Продолжительный хирургический опыт был связан с сокращением времени операции, и улучшения результатов коррекции сколиоза.

Ключевые слова. малоинвазивная хирургия, сколиоз, кривая обучения, хирургическое лечение.

Corresponding author: Emelianov V. U. Federal Center of Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty, Ministry of Health of the Russian Federation, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov.

Postal code: 428020

Address: st. Fedor Gladkova, 33, Cheboksary, Chuvash Republic, Russia.

Phone: +7 835 258-30-36

E-mail: vемelyanovv@orthoscheb.com

J Trauma Ortho Kaz 2023; 2 (67): 22-26

Received: 05-02-2023

Accepted: 27-02-2023



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Частота распространенности сколиоза остается на сегодня постоянной величиной и составляет 0,47–5,2 % от общей популяции [1]. В 70% случаев причину сколиоза и причину его прогрессирования установить не удается поэтому такой сколиоз называется идиопатическим сколиозом (ИС) [2]. Факторами в развитии ИС могут выступать однонуклеотидные полиморфизмы в генах CHD7 (белок 7, связывающий ДНК хеликазной ДНК хромосомного домена), SH2B1 (Адаптерный белок 1 В гомологии Src 2), ESR (Рецепторы эстрогенов 1 и 2), CALM 1 (кальмодулин 1), LBX1 (ген божьей коровки гомеобокс 1), MATN1 (матрилин 1), CHL1 (близкий гомолог L1), FBN1 и FBN2 (фибриллин-1 и 2) [3].

Влияние генетических факторов также подтверждается исследованиями, в которых показана повышенная распространенность ИС у родственников первой линии до 11%, второй и третьей линии 2,4% и 1,4%, соответственно [4].

Поскольку генетические факторы на сегодняшний день трудно поддаются коррекции, ИС может прогрессировать, несмотря проводимую консервативную терапию, как правило включающую корсетотерапию и упражнения направленные укрепление мышечного корсета позвоночника.

Материалы и методы

Исследования проводилось на 58 пациентах обоих полов (44 женского пола, 5 мужского пола) проходивших оперативное лечение с помощью ММ с 2016 по 2020 годы (в 2016 году – 7, в 2017 году – 15, в 2018 году – 6, в 2020 году – 14 пациентов). До проведения исследования были получены заключения местного этического комитета и информированные согласия пациентов. У всех пациентов участвующих в исследовании ММ была первой операцией по коррекции сколиоза.

Все операции проводились в одном клиническом центре, одним сертифицированным хирургом,

Единственным методом лечения, прогрессирующего ИС с углом Cobb больше 45о является хирургическое лечение [5].

Существуют классический открытый метод коррекции (ОМ) искривления позвоночника и малоинвазивная методика (ММ), при которой коррекция осуществляется через небольшие разрезы на спине. ММ коррекции идиопатического сколиоза до 70 градусов по Cobb статистически не уступает ОМ, однако кровопотеря при данной методике более чем в 2 раза ниже и соответственно более быстрое восстановление и выписка из стационара. Минусом ММ является длительность хирургической процедуры [6]

ММ является технически более сложной процедурой и результаты операции в большей степени будут зависеть от квалификации и опыта хирурга. Основной целью совершенствования ММ выделяют сокращение времени операции. Однако в научной литературе нет точных относительно сроков достижения навыков оптимального оперирования сколиоза при помощи ММ.

В данной статье мы попытались выяснить, как будет выглядеть кривая обучения при использовании ММ.

прошедшим специальное обучение по малоинвазивной хирургии позвоночника включая коррекцию сколиозов. Хирург, участвовавший в исследовании, до начала проведения ММ операции имел большой опыт (более 800 операций) оперативного лечения сколиоза с помощью ОМ.

Малоинвазивная хирургия проводилась по стандартной методике, описанной ранее [6]. У пациентов в течение каждого года производилась оценка клинических показателей (таблица 1).

Таблица 1 - Клинические данные пациентов

Показатель	Значение, среднее ± стандартная ошибка
Средний возраст испытуемых, лет	18,1±0,7
Срок госпитализации в днях	8,3±0,3
Угол основной дуги (Cobb) до операции, °	51,7±1,5
Угол основной дуги (Cobb) после операции, °	12,3±0,7
Угол компенсаторной дуги до операции, °	37,8±1,5
Угол компенсаторной дуги после операции, °	11,7±1,4
Кифоз до операции, °	17,6±1,3
Кифоз после операции, °	13,9±0,8
Лордоз до операции, °	56,5±1,4
Лордоз после операции, °	45,1±1,2
Угол ротации апикального позвонка до операции, °	29,3±1,0
Угол ротации апикального позвонка после операции, °	20,2±0,9
Угол коррекции в градусах, °	39,5±1,4
Угол коррекции в угол коррекции, %	69,8±2,2
Коррекция величины ротации, °	9,1±0,7
Коррекция величины ротации, %	30,2±2,2

Для оценки влияния опыта хирурга (кривой обучения) на результаты ММ по годам оценивались

времени операции в минутах (мин), кровопотери в миллилитрах (мл), угол коррекции основной дуги

(Cobb) в процентах (%), коррекция величины ротации апикального позвонка в %, количество оперированных позвонков. В каждой группе данных рассчитывались средние арифметические и их стандартные шибки. Достоверность различий между группами проводилась

с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с пост-хок тестом Тьюки.

Статистически значимыми считались значение $p < 0,05$.

Результаты

Основные клинические данные пациентов представлены в таблице 1. При этом не было выявлено достоверных отличий для среднего возраста

испытуемых ($p=0,0565$), сроков госпитализации ($p=0,0116$).

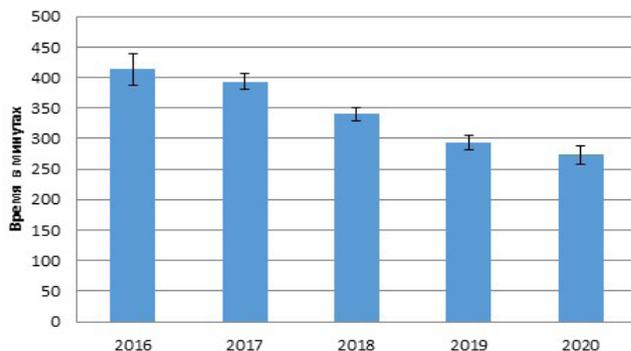


Рисунок 1 - Изменение времени операции, ANOVA $p < 0,0001$. (Пост-хок тест: 2016-2018 годы - $p=0,0126$; 2016-2019 годы - $p < 0,0001$; 2016-2020 годы - $p < 0,0001$; 2017-2018 годы - $p=0,0282$, 2017-2019 годы $p < 0,0001$, 2017-2020 годы - $p < 0,0001$, 2018-2019 годы - $p=0,0391$)

Средняя величина угла коррекции основной дуги (Cobb) в процентах достоверно увеличивалась ($p=0,0051$) начиная со 2 года до 3 года или до проведения операции (или с 32 пациента) начиная с

17, $9 \pm 2,6\%$ в 2017 году до $25,8 \pm 2,4\%$ в 2018 ($p=0,0406$) и не менялась в 2019 и 2020 году $27,5 \pm 2,7\%$ и $32 \pm 5,8\%$, соответственно (рисунки 1 и 2).

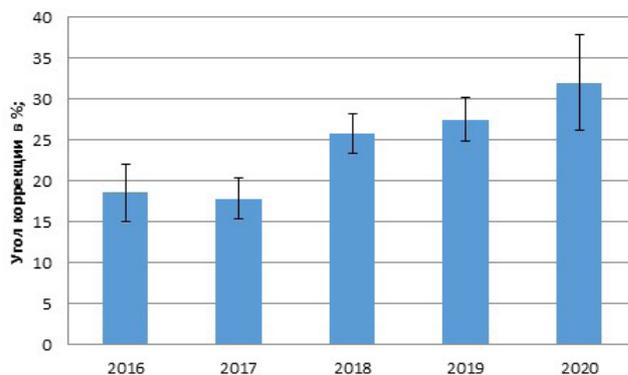


Рисунок 2 - Кривая изменения угла коррекции угла основной дуги (Cobb) по годам, ANOVA $p=0,0051$ (Пост-хок тест: 2017-2018 годы - $p=0,0406$, 2017-2019 годы - $p=0,0164$, 2017-2020 годы - $p=0,0087$)

Поскольку величины коррекции является основным результатом операции важно также отметить абсолютные значения угла коррекции по

годам: 2016 - $46,7 \pm 4,7^\circ$, 2017 - $42,4 \pm 2,3^\circ$, 2018 - $39,5 \pm 2,6^\circ$, 2019 - $35,9 \pm 2,7^\circ$, 2020 - $32 \pm 3,6^\circ$.

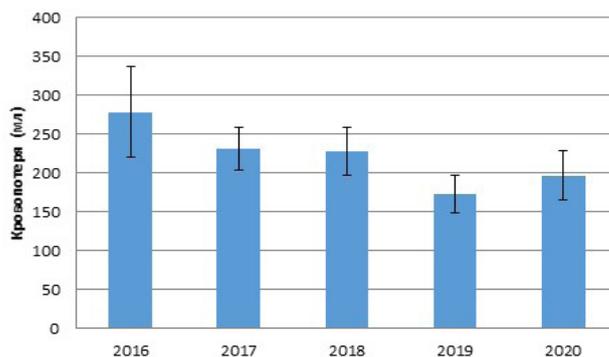


Рисунок 3 - Изменение величины кровопотери во время операции в мл по годам. ANOVA $p=0,3$

Средняя величина кровопотери снижалась недостоверно с 278,6±58,6 мл в 2016 году до 172,1±24,2

мл в 2019 году без достоверных изменений в следующие годы (196,7±31,3) (рисунок 3).

Обсуждение

Основным показателем овладения техникой ММ сколиоза на кривой обучения хирурга является достижение плато обучения. Достоверные отличия были показаны для времени операции коррекции угла искривления позвоночника. В других исследованиях кривым обучения ММ лечения сколиоза не указывалось точных сроков достижения постоянных результатов времени оперативного лечения. При этом если начальное время примерно соответствовало другим исследованиям показавшим результат 431 минут, конечное время было существенно, ниже 360 минут против 293,2±11,3 в нашем исследовании, что говорит, о возможном недостаточном времени продолжительности проведения опубликованных исследований [7]. Время выхода на плато в кривой обучения для времени операции составило 5 лет, с количеством проведенных операций равной 52. Что было в два раза больше по сравнению с ОМ время, при которой время достижения плато составляет 23 до 25 операций [8].

При использовании ОМ другими исследователями объем кровопотери нарастал, а не снижался как в нашем исследовании с использованием ММ, что сопоставимо с другими исследованиями, где кровопотеря снижалась при использовании ММ в течение обучения хирурга [7]. Достижение

постоянного уровня кровопотери в других публикациях с использованием ОМ, также без статистической разницы достигался примерно после 29 пациента, что было также существенно быстрее, чем по сравнению с нашим исследованием, где плато достигалось примерно после 52 пациентах [9]. Различный объем кровопотери при использовании ММ различными авторами может быть объяснен использованием различных модификаций методики ММ. Недостоверные результаты снижения кровопотери также могут быть связаны с предшествующим большим опытом хирурга.

Достижение плато для коррекции угла Cobb происходило на второй год обучения или с 22 пациента. Стало неожиданностью при обзоре имеющейся научной литературы было то, что предыдущие исследование не рассчитывали кривую обучения коррекцию сколиоза при использовании ММ [10-12].

Репрезентативность результатов исследования обеспечивалась за счёт одинаковых начальных параметров пациентов. Между группами не было выявлено различий в преоперационных показателях угла основной и компенсаторной дуги, кифоза и лордоза, угла ротации апикального позвонка, возраста и времени госпитализации, поскольку такие отличия в группах пациентов могут в конечном итоге менять до 44% результаты исследования [13].

Выводы

Большее время достижения плато на кривой обучения при ММ по сравнению с ОМ может быть связано с тем, что проведение малоинвазивной операцией является технически более сложной процедурой и требуют больше времени для овладения техникой.

Конфликт интересов. Конфликты интересов не заявлены.

Финансирование. За счет собственных средств.

Вклад авторов. Концептуализация – С.А.Р.; методология – Н.Н.С.; проверка – В.С.В.; формальный анализ – К.П.Н.; написание (оригинальная черновая подготовка) – Е.В.Ю.; написание (обзор и редактирование) – Е. В.Ю.

Литература

1. Konieczny M.R., Senyurt H., Krauspe R. *Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis*. *J Child Orthop*. 2013;7(1):3-9. [\[Crossref\]](#)
2. Latalski M., Danielewicz-Bromberek A., Fatyga M., Latalska M., et al. *Current insights into the aetiology of adolescent idiopathic scoliosis*. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017; 137(10): 1327-33. [\[Crossref\]](#)
3. De Salvatore S., Ruzzini L., Longo U.G., Marino M., et al. *Exploring the association between specific genes and the onset of idiopathic scoliosis: a systematic review*. *BMC Med Genomics*. 2022; 15(1):115. [\[Crossref\]](#)
4. Roaf R. *The Treatment of Progressive Scoliosis by Unilateral Growth-Arrest*. *J Bone Joint Surg Br*. 1963;45(4):637-51. [\[Crossref\]](#)
5. Tsirikos A.I., Roberts S.B., Bhatti E. *Incidence of spinal deformity surgery in a national health service from 2005 to 2018: an analysis of 2,205 children and adolescents*. *Bone Jt Open*. 2020; 1(3): 19-28. [\[Crossref\]](#)
6. Syundyukov A.R., Nikolaev N.S., Vissarionov S.V., Kornysmalla C.P.N, et al. *Less correction with minimally invasive surgery for adolescent idiopathic scoliosis compared to open surgical correction*. *J Child Orthop*. 2023; 17(2):141-7. [\[Crossref\]](#)
7. Yang J.H., Kim H.J., Chang D.G., Nam Y., et al. *Learning Curve for Minimally Invasive Scoliosis Surgery in Adolescent Idiopathic Scoliosis*. *World Neurosurg*. 2023. [\[Crossref\]](#)
8. Ryu K.J., Suh S.W., Kim H.W., Lee D.H., et al. *Quantitative analysis of a spinal surgeon's learning curve for scoliosis surgery*. *Bone Joint J*. 2016; 98-B(5): 679-685. [\[Crossref\]](#)
9. Lee B.H., Hyun S.J., Han S., Kim K.J., Jahng T.A., Kim Y.J., et al. *Surgical and radiological outcomes after posterior vertebral column resection according to the surgeon's experience*. *Medicine (Baltimore)*. 2018; 97(34): e11660. [\[Crossref\]](#)
10. Epstein N.E. *Learning curves for minimally invasive spine surgeries: Are they worth it?* *Surg Neurol Int*. 2017; 8: 61. [\[Crossref\]](#)
11. Chan C.Y.W., Chiu C.K., Ch'ng P.Y., et al. *Dual attending surgeon strategy learning curve in single-staged posterior spinal fusion (PSF) surgery for 415 idiopathic scoliosis (IS) cases*. *Spine J*. 2021;21(7):1049-1058. [\[Crossref\]](#)
12. West J.L., De Biase G., Bydon M., Bojaxhi E., Mendhi M., Quinones-Hinojosa A., et al. *What Is the Learning Curve for Lumbar Spine Surgery Under Spinal Anesthesia?* *World Neurosurg*. 2022; 158: e310-e6. [\[Crossref\]](#)
13. Mehta N., Garg B., Bansal T., Aryal A., Arora N., Gupta V. *Predictors of Operative Duration in Posterior Spinal Fusion for Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Retrospective Cohort Study*. *Int J Spine Surg*, 2022; 16(3): 559-566. [\[Crossref\]](#)

Идиопатиялық сколиозды аз инвазивті хирургиялық түзетуді үйрену қисығы

Сюндыков А. Р.¹, Корняков П.Н.², Николаев Н.С.³, Виссарионов С. В.⁴, Емельянов В. Ю.⁵

¹ Балалар травматология-ортопедиясы бөлімшесінің меңгерушісі. Травматология, ортопедия және эндопротездеу федералды орталығы. И.Н. Ульянов атындағы Чуваш мемлекеттік университеті, Чебоксары, Чуваш Республикасы, Ресей.

E-mail: sndk-ar@yandex.ru

² Емхана бөлімшесінің травматолог-ортопед дәрігері. Травматология, ортопедия және эндопротездеу федералды орталығы. И.Н. Ульянов атындағы Чуваш мемлекеттік университеті, Чебоксары, Чуваш Республикасы, Ресей.

E-mail: fc@orthoscheb.com

³ Травматология, ортопедия және эндопротездеу федералды орталығының бас дәрігері, И.Н. Ульянов атындағы Чуваш мемлекеттік университеті, Чебоксары, Чуваш Республикасы, Ресей. E-mail: fc@orthoscheb.com

⁴ ГИ. Турнер атындағы Балалар травматологиясы және ортопедиясы ұлттық медициналық ғылыми-зерттеу орталығының директоры, Санкт-Петербург, Ресей. E-mail: partgerm@yandex.ru.; ORCID

⁵ Акушер-гинекология кафедрасының доценті. Травматология, ортопедия және эндопротездеу федералды орталығы. И.Н. Ульянов атындағы Чуваш мемлекеттік университеті, Чебоксары, Чуваш Республикасы, Ресей.

E-mail: vemelyanovv@orthoscheb.com

Түйіндеме

Сколиоздың жиілігі тұрақты болып сақталып келеді. Омыртқаның қисаю бұрышы 45°-тан асатын сколиозды түзетудің жалғыз әдісі хирургиялық емдеу болып табылады. Ең заманауи әдіс - бұл аз инвазивті әдіс.

Зерттеудің мақсаты: Сколиозды түзетудің минималды инвазивті әдісі (ММ) салыстырмалы түрде жаңа жоғары технологиялық әдіс болып табылады, оны меңгеру үшін біраз уақыт қажет. Бұл зерттеу аз инвазивті хирургияны орындау кезінде оқу қисығын талдауға бағытталған.

Әдістері. Идиопатиялық сколиозбен ауыратын 58 науқастың ММ деректерін талдау және қисықтық қисығының орташа деңгейі 51,7 ± 1,5 о; 5 жыл бойы оқу қисығын құру, операция жасау уақыты, негізгі қисықты түзету. жыл сайын есептелді, қан жоғалту көлемі 5 жылға есептелді, бұл платоға жету үшін операциялардың санын ескереді.

Нәтижесі. Алғашқы 4 жылда операция уақыты айтарлықтай қысқарды немесе 52 науқасқа дейін 413,6±25,8 мин-ден 293,2±11,3 мин, $p < 0,0001$. Түзету бұрышы %-бен 3 жылға дейін немесе 38 науқаста 17,9±2,6%-дан 25,8±2,4%-ға дейін өсті, одан кейін 2 жыл ішінде 32±5,8%-ға дейін статистикалық маңызды емес осу $p = 0,0051$. Қан жоғалту көлемі 5 жыл ішінде 278,6±58,6 мл-ден 172,1±24,2 мл-ге дейін шамалы төмендеді.

Қорытынды. Ұзақ мерзімді хирургиялық тәжірибе операция уақытының қысқаруымен және сколиозды түзету нәтижелерінің жақсаруымен байланысты болды.

Түйін сөздер: Минималды инвазивті хирургия, сколиоз, оқу қисығы.

Learning Curve for Minimally Invasive Surgical Correction of Idiopathic Scoliosis

Syundyukov Airat¹, Korniyakov Pavel², Nikolayev Nikolay³, Vissarionov Sergei⁴, Emelianov Vladimir⁵

¹ Head of the pediatric traumatology and orthopedic department, Federal Center of Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty, Cheboksary, Chuvash Republic, Russia. E-mail: sndk-ar@yandex.ru

² Traumatologist-orthopedist of the polyclinic, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Chuvash Republic, Russia. E-mail: fc@orthoscheb.com

³ Chief Physician of the Federal Center of Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Chuvash Republic, Russia. E-mail: fc@orthoscheb.com

⁴ Director of the National Medical Research Center for Pediatric Traumatology and Orthopedics named after N.N. G.I. Turner, St. Petersburg, Russia. E-mail: vissarionovs@gmail.com

⁵ Associate Professor of the Department of Obstetrics and Gynecology, Federal Center of Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Chuvash Republic, Russia. E-mail: vemelyanovv@orthoscheb.com

Abstract

The incidence of scoliosis remains stable. The only method of correcting scoliosis with an angle of curvature of the spine of more than 45° is surgical treatment. The most modern technique is the minimally invasive technique (MM).

The purpose of the study: MM correction of scoliosis is a relatively new high-tech technique, which should take some time to master. This study aimed to analyze the learning curve when performing minimally invasive surgery.

Methods. The analysis of MM data of 58 patients with idiopathic scoliosis and an average level of the curve of curvature of 51.7 ± 1.5 o was carried out; for 5 years, to build a learning curve, the time of the operation, correction of the main curve were estimated every year, the volume of blood loss was estimated for 5 years, with This took into account the number of operations to reach a plateau.

Results. The operation time significantly decreased in the first 4 years or up to 52 patients from 413.6±25.8 min to 293.2±11.3 min, $p < 0.0001$. The angle of correction in % increased up to 3 years, or 38 patients, from 17.9±2.6% to 25.8±2.4%, followed by a statistically insignificant increase over 2 years to 32±5.8% $p = 0.0051$. The volume of blood loss decreased insignificantly over 5 years from 278.6±58.6 ml to 172.1±24.2 ml.

Conclusions. Long-term surgical experience has been associated with reduced operative time, and improved scoliosis correction outcomes.

Keywords. Minimally invasive surgery, scoliosis, learning curve.