

УДК 616.711-007.57-053.7(048.8)

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS107136>

Научный обзор



Скрининг на юношеский идиопатический сколиоз (обзор литературы)

Г.А. Леин

Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера, Санкт-Петербург, Россия;
Протезно-ортопедический центр «Сколиолоджик.ру», Санкт-Петербург, Россия

Обоснование. Несмотря на более чем шестидесятилетний период существования скрининга на юношеский идиопатический сколиоз, эта тема до сих пор вызывает споры в научной литературе. Существуют как противники, так и сторонники этого мероприятия в лице государственных структур, врачебных организаций и отдельных исследователей. Ряд стран отказались от национального скрининга на сколиоз, хотя отдельные врачебные объединения в этих же странах считают, что скрининг по модели «Медицинский дом» целесообразен. В противовес в целом ряде стран в национальных масштабах проводится школьный скрининг на сколиоз. В связи с отсутствием единого взгляда на данную проблему представляется целесообразным систематизировать разноречивые мнения по скринингу на юношеский идиопатический сколиоз.

Цель — проанализировать публикации, посвященные скринингу на юношеский идиопатический сколиоз, для определения круга нерешенных организационных вопросов.

Материалы и методы. Осуществлен поиск данных в открытых электронных базах научной литературы eLIBRARY, PubMed и Cochrane Library по ключевым словам и словосочетаниям: скрининг сколиоза, скрининг на юношеский идиопатический сколиоз, школьный скрининг на сколиоз, программа школьного скрининга на сколиоз [scoliosis screening; screening for adolescent idiopathic scoliosis (AIS); school screening for scoliosis; school scoliosis screening program]. Глубина поиска составила 30 лет.

Результаты. Аргументы «за» основаны на необходимости раннего выявления юношеского идиопатического сколиоза с учетом успешности своевременного лечения, доказанной эффективности консервативного лечения сколиоза и уменьшения количества хирургических вмешательств среди выявленных при скрининге подростков. Аргументы «против» связаны с отсутствием единой методики проведения скрининга, со значительной долей ложноположительных и ложноотрицательных результатов, недоказанностью эффективности скрининга с точки зрения снижения частоты хирургических вмешательств, экономической целесообразности, а также с психологическим воздействием на подростка и нарушением его прав при проведении мероприятия.

Заключение. Следует решить целый ряд организационных вопросов. К ним относятся подготовка кадров для осуществления скрининга, разработка системы направления на обследование и последующее наблюдение. Схема и методы проведения скрининга необходимо унифицировать посредством внедрения неинвазивных методов обследования с целью стандартизации получаемых результатов и их последующей единой интерпретации. Процесс направления на дальнейшее обследование также должен быть стандартизирован в соответствии с определенным протоколом. Актуальна разработка специальной компьютерной программы для помощи в принятии врачебных решений.

Ключевые слова: сколиоз; скрининг; программа; школьный скрининг; юношеский идиопатический сколиоз.

Как цитировать:

Леин Г.А. Скрининг на юношеский идиопатический сколиоз (обзор литературы) // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2022. Т. 10. № 3. С. 309–320. DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS107136>

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS107136>

Review

Screening for adolescent idiopathic scoliosis: A literature review

Grigoriy A. Lein

H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia;
The Prosthetic and Orthopedic Center "Scoliologic.ru", Saint Petersburg, Russia

BACKGROUND: Despite more than 60 years of screening for adolescent idiopathic scoliosis, it is still a controversial issue in the scientific literature. There are both opponents and supporters of the intervention, represented by government agencies, medical organizations, and individual researchers. Several countries have rejected national scoliosis screening, although some medical associations in these countries believe that screening based on the "Medical Home" model is feasible. By contrast, school-based scoliosis screening has been implemented nationally in a few countries. Given the lack of consensus on this issue, it is useful to systematize conflicting views on screening for adolescent idiopathic scoliosis.

AIM: This study aimed to review publications presenting information on the status of screening for juvenile idiopathic scoliosis to identify unresolved organizational issues.

MATERIALS AND METHODS: Data were searched in the open electronic scientific literature databases (eLIBRARY, PubMed, and Cochrane Library) using the following keywords and phrases: scoliosis screening; screening for adolescent idiopathic scoliosis (AIS); school screening for scoliosis; school scoliosis screening program. The depth of the search was 30 years.

RESULTS: Arguments "for" focus on the need for the early detection of AIS through screening in terms of the effectiveness of timely treatment, proven efficacy of conservative treatment of scoliosis, and reduction of surgical interventions among screened adolescents. The arguments "against" are related to the lack of a unified methodology for screening, high rate of false-positive and false-negative results, unproven effectiveness of screening in reducing the frequency of surgical interventions, economic efficiency, and psychological effect on adolescents and violation of their rights during the event.

CONCLUSIONS: Several organizational issues should be addressed with regard to screening. These include the training of staff who conducts the screening and development of a referral and follow-up system. The screening scheme and methods should be unified through the introduction of noninvasive screening methods to standardize the results and their subsequent uniform interpretation. The referral process for further examination should be standardized according to a defined protocol. The development of a special computer program to assist medical decision-making is relevant.

Keywords: scoliosis; screening; program; school screening; adolescent idiopathic scoliosis.

To cite this article:

Lein GA. Screening for adolescent idiopathic scoliosis: A literature review. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2022;10(3):309–320. DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS107136>

ОБОСНОВАНИЕ

Профилактика тяжелых форм юношеского идиопатического сколиоза (ЮИС), подлежащих хирургической коррекции, — важная задача, которая стоит перед врачами, занимающимися лечением деформаций позвоночника. Актуально раннее выявление сколиоза, так как в перспективе без лечения можно ожидать прогрессирования заболевания, в некоторых случаях в конечном счете потребуются хирургическое вмешательство и установление инвалидности.

Важную роль в развитии скрининга на ЮИС сыграл доктор медицины США G.D. MacEwen, который внедрил эту программу во всех школах штата Делавэр (Delaware) в 1960-е годы [1]. Более масштабный скрининг сколиоза начался в 1963 г. в г. Зйткен (Aitken) с населением около 10 тыс. человек в Центральной Миннесоте (Minnesota) [2]. С 1984 г. Американская академия ортопедической хирургии (American Academy of Orthopaedic Surgeons — AAOS) и Общество по изучению сколиоза (Scoliosis Research Society — SRS) одобрили концепцию скрининга школьников на раннее выявление сколиоза [3].

Несмотря на то что история скрининга на ЮИС насчитывает более 60 лет, споры вокруг этого вопроса не утихают до сегодняшнего дня. Даже в США, родоначальнике скрининга на сколиоз, существуют разные мнения на этот счет. Так, профилактическая служба США (United States Preventive Services Task Force — USPSTF) в 2004 г. выступила против периодического скрининга подростков без явных симптомов ЮИС, ссылаясь на его низкое прогностическое значение, относительно небольшую долю детей с прогрессированием заболевания и вероятность необоснованного лечения, включая ношение корсета [4]. Эта позиция сформулирована и в последнем заявлении от 2018 г. [5, 6]. Однако в 2007 г. AAOS, SRS, Педиатрическое ортопедическое общество Северной Америки (POSNA) и Американская академия педиатрии (AAP) выпустили информационное заявление, в котором были представлены документально подтвержденные преимущества раннего обнаружения и эффективности консервативного лечения подросткового идиопатического сколиоза, а следовательно, целесообразность скрининга на ЮИС [7]. Эту позицию SRS подтвердило и в 2013 г. [8], а также AAP в 2017 и 2019 гг. [9].

В связи с этим считаем целесообразным проанализировать публикации, касающиеся скрининга на ЮИС, рассмотреть проблему скрининга с позиций разных государственных структур, врачебных организаций и авторов.

Цель — проанализировать публикации, посвященные скринингу на ЮИС, для определения круга нерешенных организационных вопросов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Осуществлен поиск данных в открытых электронных базах научной литературы eLIBRARY, PubMed и Cochrane Library по ключевым словам и словосочетаниям: скрининг

сколиоза, скрининг на юношеский идиопатический сколиоз, школьный скрининг на сколиоз, программа школьного скрининга на сколиоз [scoliosis screening; screening for adolescent idiopathic scoliosis (AIS); school screening for scoliosis; school scoliosis screening program]. Критерии включения в исследование: рандомизированные контролируемые и контролируемые исследования, систематические обзоры, рекомендательные, информационные и методические материалы ведущих научных обществ по сколиозу. Рассмотрен 61 источник на русском и английском языках (полнотекстовые статьи, документы и рефераты статей), содержащие информацию о скрининге на ЮИС. Выборка источников в основном ограничивалась 1990–2021 гг. Материалы, опубликованные ранее 1990 г., включали в обзор, если они содержали основополагающие или исторические данные по скринингу на ЮИС, не отраженные в позднейших публикациях.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Первично по ключевым словам отобрано 387 статей, из них по критериям включения сформирован окончательный список из 61 публикации. Он содержит ретроспективные контролируемые когортные исследования — 12; проспективные контролируемые когортные исследования — 10; перекрестные исследования — 5; консенсусные исследования — 4; исследования случай – контроль — 2; систематические обзоры — 16; описание единичных клинических случаев — 1. Остальные 11 публикаций являются рекомендательными (5) и информационными (4) заявлениями, а также методическими материалами (2) по скринингу на ЮИС. Материалы были сгруппированы с целью поиска ответа на ряд вопросов.

- *Кем рекомендован или не рекомендован скрининг на ЮИС? Каковы главные аргументы, высказанные «против» скрининга или «за» него?*
- *Какие методы применяют для скрининга, каковы значения параметров, на которых основана диагностическая рентгенография, частота ложноположительных и ложноотрицательных результатов?*
- *Какова эффективность скрининга в отношении потребности в хирургическом лечении?*
- *Целесообразен ли скрининг на сколиоз с экономической точки зрения?*

ОБСУЖДЕНИЕ

Кем рекомендован или не рекомендован скрининг на ЮИС? Каковы главные аргументы, высказанные «против» скрининга или «за» него (табл. 1).

Обсуждаемая проблема глобального масштаба [19, 20], касается миллионов людей [21–23], но в разных странах решается по-разному. В Болгарии, Голландии, Греции, Индии, Испании, Италии, Китае, Малайзии, Турции, Сингапуре, Швеции и Японии скрининговые обследования

Таблица 1. Обобщенные данные по вопросу «Скрининг на сколиоз: рекомендован или не рекомендован?»

Скрининг на сколиоз <i>НЕ РЕКОМЕНДОВАН</i> или <i>ОТМЕНЕН</i> (формулировка главного аргумента)	
Профилактическая служба США, целевая группа (United States Preventive Services Task Force — USPSTF) [5, 6]	Если услуга предлагается, пациенты должны понимать неопределенность в отношении соотношения пользы и вреда
Объединенное Королевство Великобритании, Национальный комитет по скринингу, 2016 [10, 11]	Существует мало качественных доказательств эффективности лечения сколиоза, то есть существует риск, что люди с идиопатическим сколиозом могут получать ненужное и неэффективное лечение [12]
Совет по национальному здравоохранению и медицинским исследованиям, Австралия, 2002 [13]	Недостаточно рандомизированных клинических исследований, доказывающих эффективность скрининговых тестов и консервативного лечения
Канадская целевая группа по профилактическому здравоохранению, 1994 [14]	Недостаточно доказательств, чтобы окончательно решить «за» или «против»
Скрининг на сколиоз <i>РЕКОМЕНДОВАН</i> (формулировка главного аргумента)	
Американская академия педиатрии (AAP), 2017, 2019 [9]	Обследование на сколиоз в течение всего подросткового возраста при профилактических осмотрах
Общество по ортопедическому и реабилитационному лечению сколиоза (SOSORT), 2016, опублик. в 2018 г. [15]	На основании консенсусного документа по скринингу SOSORT, 2007 [16], рекомендованы школьные программы
Американская академия хирургов-ортопедов (AAOS), Общество по изучению сколиоза (SRS), Педиатрическое ортопедическое общество Северной Америки (POSNA), 2015 [7, 8]	Рекомендован для проведения семейными врачами в домашних условиях — модель «Медицинский дом» (Medical home model)
Общество по изучению сколиоза (SRS), 2013 [17]	На основании консенсусного документа и систематического обзора по скринингу SRS, 2013 [18], рекомендованы школьные программы

школьников с целью раннего обнаружения патологии проводят на законодательной основе в национальных масштабах [24].

Напротив, Профилактическая служба США [5, 6], Национальный комитет по скринингу Великобритании [10, 11], Совет по национальному здравоохранению и медицинским исследованиям Австралии [13] пришли к выводу, что скрининг на сколиоз не должен быть национальным. Этого же принципа на сколиоз придерживаются Австрия, Канада, Франция, Германия, Израиль, Норвегия, Польша, Испания [16]. Принцип не национального скрининга на сколиоз реализуется и в России, в отечественной научной литературе представлены сведения о скрининговых исследованиях только в региональных масштабах [25–27].

В странах, в которых нет общенациональных требований или стандартов такого скрининга, он может утверждаться как на уровне государства, так и на уровне округа, города или отдельной школы [28]. Скрининг может быть проведен в кабинете педиатра, мануального терапевта или другого медицинского работника, зачастую и не на территории школы. Опрос экспертов SOSORT показал, что чаще всего скрининговые исследования выполняют школьные медицинские сестры — 48,57 %, физические терапевты — 28,57 %, врачи-ортопеды — 17,14 %, учителя физической культуры — 11,42 % и реже — медицинские сестры регистратуры, школьные врачи, сотрудники центров здоровья [16].

В этом плане интересен опыт Австралийского общества позвоночника (Spine Society of Australia), которое при поддержке Королевского австралийского колледжа врачей общей практики (Royal Australian College of General Practitioners) разработало Национальную программу самообнаружения при сколиозе. На сайте <http://www.scoliosis-australia.org> размещена специальная научно-популярная брошюра, прочитав которую подросток в возрасте 11–13 лет или его родители могут заподозрить ЮИС и обратиться к семейному врачу. Одновременно на сайте организовано обучение по скрининговой диагностике сколиоза для семейных врачей. Аналогичный виртуальный кабинет для пациентов создан на сайте Британского общества сколиоза (British Scoliosis Society) — <http://www.britscoliosis.org.uk>.

Авторы, высказывающиеся против скрининга, в том числе школьного, поднимают вопрос об его неэтичности и уязвимом и хрупком подростковом возрасте [29, 30], в более общем плане о необходимости соблюдения при обследовании прав детей [31]. В этом направлении наиболее предпочтительной формой скрининга, реализуемого семейными врачами, считается модель «Медицинский дом» [7, 8], рекомендуемая SRS. Отмечается, что скрининговые тесты должны быть приемлемы для населения, а методы лечения — для пациентов [32–34].

Сторонники скрининга на сколиоз утверждают, что раннее выявление сколиоза и своевременное назначение

Таблица 2. Рекомендуемый возраст для скрининга на сколиоз

Общество или автор	Рекомендуемый возраст
Американская академия хирургов-ортопедов (AAOS), Общество по изучению сколиоза (SRS), Педиатрическое ортопедическое общество Северной Америки (POSNA), 2015 [7, 8]	Девочки в возрасте 10 и 12 лет. Мальчики — 1 раз в возрасте от 13 до 14 лет
Американская академия педиатрии (AAP), 2017, 2019 [9]	При плановых посещениях врача в возрасте 10, 12, 14 и 16 лет
Общество по ортопедическому и реабилитационному лечению сколиоза (SOSORT), 2007 [16]	Девочки 12 лет, мальчики 13 лет
J. Sabirin et al., 2010 [3]	Девочки 12 лет
T.B. Grivas et al., 2002, 2006 [37, 38]	Скрининг девочек, живущих в северных странах, следует проводить в более старшем возрастном диапазоне, чем девочек, живущих на юге

консервативного лечения снижает частоту хирургических вмешательств, уменьшает выраженность сколиотической дуги, что подтверждается систематическими обзорами, ретроспективными и проспективными клиническими исследованиями [2, 3, 16, 35, 36].

Дети какого возраста подлежат скринингу на сколиоз? (табл. 2).

Несмотря на то что в систематическом обзоре J.A. Deurgloo, P.H. Verkerk [12] показано, что до сих пор оптимальный возраст и частота скрининга на сколиоз неизвестны, все же, как следует из табл. 2, большинство специалистов настаивают, что скрининг у девочек нужно начинать в 12 лет, а у мальчиков — в 13 лет.

Какие методы применяют для скрининга, каковы значения параметров, на которых основана диагностическая рентгенография, частота ложноположительных и ложноотрицательных результатов? (табл. 3).

Анализируя данные таблицы, можно сделать вывод, что инклинометрия — измерение максимального угла ротации туловища в положении стоя и с наклоном вперед (Angle of Trunk Rotation — ATR), по-видимому, самый простой, быстрый, надежный, наименее дорогостоящий и объективный способ определения деформации туловища, который широко применяют при скрининге на ЮИС [3, 16, 17, 37, 40–47]. При этом целый ряд авторов считают пороговым значением угол 5° [41–43, 45–47], в некоторых работах указан интервал 5 – 7° [17, 40, 43], а в консенсусном исследовании SOSORT, которое рекомендует проводить исследование сколиометром в положении сидя, а не стоя [16], и в статьях J. Sabirin и соавт. [3], T.B. Grivas и соавт. [37], I.S. Komang-Agung и соавт. [43] в качестве порогового значения принят угол 7° . Несмотря на достаточно низкую специфичность, тест на изгиб вперед Адамса (Forward Bend Test — FBT) [47], который в историческом аспекте в качестве скринингового теста был применен одним из первых [1, 2], упоминается исследователями до настоящего времени [43–46]. Ряд авторов считают, что с увеличением количества скрининговых тестов повышается их чувствительность и специфичность,

а также снижается доля ложноположительных и ложноотрицательных результатов [44, 47].

Основные споры происходят по поводу ложноположительных и ложноотрицательных результатов скрининга. Именно такие результаты и являются главным аргументом противников этого мероприятия. Как заявляет W.P. Bunnell [48], хотя существует значительная корреляция между клинической деформацией и рентгенографическими измерениями, стандартное отклонение настолько велико, что невозможно достоверно предсказать степень искривления по топографии поверхности у любого пациента. Для исключения ложноположительных результатов автор рекомендует повторный скрининг в школе в течение 6–12 мес. вместо направления на рентгенологическое обследование.

В сообщении SOSORT также отмечено, что в типичных условиях скрининга на каждую обнаруженную кривую $>10^\circ$ приходится 1–5 ложноположительных результатов; аналогично для каждой выявленной кривой $>20^\circ$ получают 3–24 ложноположительных результата [16]. Канадские специалисты M. Beausejour и соавт. [53] сообщили, что из 489 случаев с подозрением на ИС у 206 (42 %) не было значительной деформации (угол Кобба $<10^\circ$), и авторы оценили их как нецелесообразные направления.

SOSORT считает, что программа школьного скрининга направлена на выявление поверхностной деформации туловища, а не на прогнозирование того, какие сколиотические изгибы будут прогрессировать и могут в дальнейшем привести к необходимости назначения консервативного или хирургического лечения [16].

По мнению AAOS, SRS, POSNA и AAP, при диагностической рентгенологической визуализации позвоночника у детей с целью диагностики сколиоза следует применять принцип ALARA (достижение результата при минимально возможном воздействии — As Low As Reasonably Achievable) в целях снижения дозы облучения [49].

В дополнение к вышеперечисленным тестам скрининга на сколиоз было предложено множество устройств и методов, включая молекулярно-генетические тесты на основе

Таблица 3. Сведения о скрининговых тестах, значениях параметров, их чувствительности и специфичности в хронологическом порядке

Авторы	Рекомендуемые авторами скрининговые тесты (+), пороговые значения параметров, их чувствительность и специфичность		
	Тест Адамса	Инклинометрия (сколиометр)	Отвес
Armstrong, 1982 [39]	(+)	(+) 5–7°	
Grossman, 1995 [40]		(+) 5°;	
De Wilde et al., 1998 [41]		коэффициент вариации — 10 %	
Grivas et al., 2002 [37]		(+) 7°	
Grivas et al., 2007 [16]		(+) 7°;	
		исследование проводить в положении сидя, а не стоя	
Sabirin et al., 2010 [3]	(+)	(+) 7°	
Labelle et al., 2013 [17]		(+) 5–7°	
Elsazly et al., 2014 [42]	(+)	(+) 5°	
Komang-Agung et al., 2018 [43]	(+)	(+) 5°	
		Чувствительность — 95,6 %.	
		Специфичность — 18,5 %.	
		Чувствительность — 78,26 %.	
		Специфичность — 88,88 %	
Dunn et al., 2018 [44]	(+)	(+)	
		При сочетании теста Адамса со сколиометром:	
		чувствительность — 71,1 %;	
		специфичность — 97,1 %;	
		ложноположительные результаты — 2,9 %;	
		ложноотрицательные результаты — 28,9 %	
Adamczewska et al., 2019 [45]		(+) 5°;	
		наибольшее значение угла в грудном и грудопоясничном отделах	
Yilmaz et al., 2020 [46]	(+)	(+) 5°	
Scaturro et al., 2021 [47]	(+)	(+) 5°	
		Специфичность — 56,3 %	
		При сочетании отвеса с тестом Адамса специфичность — 81,5 %.	
		При сочетании всех трех тестов: специфичность — 99,7 %	
			(+)
			При сочетании всех трех тестов: чувствительность — 93,8 %; специфичность — 99,2 %; прогностическая ценность — 81,0 %; ложноположительные результаты — 0,8 %; ложноотрицательные результаты — 6,4 %

ДНК-микрочипов [50, 51]. Однако время и затраты, необходимые для проведения этих исследований, делают их непригодными для массового скрининга. Как отмечает H.R. Weiss [52], мы ни в коем случае не должны стремиться заменить школьный скрининг дорогостоящими методами генного скрининга; они, вероятно, полезны для прогнозирования прогрессирования кривой.

Какова эффективность скрининга в отношении потребности в хирургическом лечении?

Существуют разные мнения специалистов относительно эффективности скрининга в отношении потребности в хирургическом лечении. Среди исследований, говорящих в пользу скрининга, следует выделить работу G. Torell и соавт. [54], которые оценили эффект программы раннего выявления и лечения идиопатического сколиоза в популяции 1,5 млн человек в течение десятилетнего периода. За этот период выявлено 725 пациентов со сколиозом более 20° (измеренным по методу Кобба) до достижения ими 20-летнего возраста. Хотя принципы лечения в основном остались прежними, доля пациентов, которым требовалась операция, с каждым годом уменьшалась. Малазийские ученые J. Sabirin и соавт. [3] также считают, что программа скрининга школьного сколиоза способствовала сокращению потребности в хирургическом вмешательстве. При этом частота хирургического вмешательства у пациентов, обнаруженных путем скрининга, может быть значительно снижена только при проведении высококлассного консервативного лечения [55].

Однако есть и другие мнения. Так, нидерландские врачи E.M. Vunge и соавт. [56] по принципу случай – контроль определяли эффективность скрининга в снижении потребности в хирургическом лечении. У прооперированных пациентов, выявленных при скрининге, диагноз которым был установлен в возрасте $10,8 \pm 2,6$ года, величина угла Кобба сколиотической дуги до операции составляла $54 \pm 8,2^\circ$, после операции — $30 \pm 12,9^\circ$. Возраст остальных прооперированных пациентов — $13,4 \pm 1,7$ года, величина угла Кобба сколиотической дуги до операции у них равнялась $57 \pm 11,7^\circ$, а после — $33 \pm 10,2^\circ$. Дети обеих групп до операции пользовались ортезами на туловище в течение 2,5 года. Это позволило авторам заключить, что они не получили убедительных доказательств в пользу уменьшения необходимости в проведении операции благодаря скринингу на идиопатический сколиоз. Этого же мнения придерживаются H. Labelle и соавт. [8] и J.A. Deurloo, P.H. Verkerk [12].

Целесообразен ли скрининг на сколиоз с экономической точки зрения?

Полностью оценить затраты на программу скрининга на сколиоз удалось ученым Гонконга в крупном популяционном исследовании [59]. Расходы на скрининг (в долл. США по курсу 2005 г.) в расчете на одного учащегося составили 17,94 долл. США, а на скрининг и диагностические обследования — 20,02 долл. США. Кроме того,

стоимость лечения, предусматривающего ношение корсета до 19 лет, составляет 8018 долл. США, а хирургического лечения и наблюдения до того же возраста — не менее 27 538 долл. США. Эти подсчеты были сопоставимы с предшествующим исследованием B.P. Yawn и R.A. Yawn [60]. Однако из этих данных сделать вывод о рентабельности скрининга невозможно.

С точки зрения общественного здравоохранения и международной экспертной группы SRS, недостаточно доказательств в поддержку программы скрининга на подростковый идиопатический сколиоз, так как неясно, является ли скрининг экономически оправданным [8]. При этом подчеркивается, что следует оценивать экономическую эффективность профилактической программы в целом, а не только клинического осмотра спины и проведения тестов [12, 28].

H. Labelle и соавт. [8] отметили, что прямое сравнение общих затрат на скрининг затруднено в связи с тем, что разные исследователи определяли затраты на программу, затраты на программу + диагностику, затраты на программу + диагностику + последующее наблюдение, затраты на программу + диагностику + последующее наблюдение + лечение. Причем эти затраты надо анализировать в соответствии с показателями эффективности, то есть снижением общих расходов, например, вследствие предотвращения оперативного вмешательства. Авторы подчеркивают, что дальнейшее изучение экономической эффективности программ скрининга должно быть проведено путем анализа сопоставимых условий. В этом отношении могут быть использованы стандартизированные специальные компьютерные программы для принятия врачебных решений [57], в том числе приложения для смартфона [58].

В противовес им J. Sabirin и соавт. [3] и S. Thilagaratnam [61] указывают на данные, свидетельствующие, что программа скрининга сколиоза в школах была экономически эффективной. К этому мнению присоединяется SOSORT, которое считает, что если мероприятие хорошо организовано и проводится на добровольной основе, например в соответствии с моделью греческой школьной программы скрининга Thriasio, то прямые затраты на программу скрининга могут быть сведены к минимуму [16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные аргументы против скрининговых программ связаны с опасением негативного психологического воздействия на подростка, а также нарушением прав детей при проведении скрининга. Делается также упор на данных о значительной доле ложноположительных и ложноотрицательных результатов, а также на отсутствии сведений об экономической эффективности. Однако работ, в которых бы оценивали экономическую эффективность не только скрининга, но и комплексного лечения пациентов с ЮИС, в целом нет.

Несмотря на большое количество аргументов «за», сторонники скрининга не отрицают, что многие организационные моменты его проведения не решены и не стандартизованы. К таким моментам можно отнести подготовку кадров, разработку системы направления на обследование и последующего наблюдения. Схема и методы проведения скрининга необходимо унифицировать посредством внедрения неинвазивных методов обследования с целью стандартизации получаемых результатов и их последующей единой интерпретации.

С учетом международных данных представляется актуальным создание национальной программы скрининга как части национального стандарта по лечению пациентов с ЮИС. Следует учитывать, что для успешной реализации подобного проекта необходимо в первую очередь обеспечивать централизованный сквозной сбор информации

о детях, прошедших скрининг, пациентах, нуждающихся в консервативном лечении и хирургическом вмешательстве. В связи с этим целесообразны разработка и последующее применение специализированных компьютерных программ поддержки принятия врачебных решений.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Исследование выполнено без финансовой поддержки.

Конфликт интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад автора. Автор внес существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочел и одобрил финальную версию перед публикацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lonstein J.E. Natural history and school screening for scoliosis // *J. Orthop. Clin. North. Am.* 1988. Vol. 19. P. 227–237.
2. Lonstein J.E., Bjorklund S., Wanninger M.H. et al. Voluntary school screening for scoliosis in Minnesota // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1982. Vol. 64. P. 481–488.
3. Sabirin J., Bakri R., Buang S.N. et al. School scoliosis screening programme – A systematic review // *Med. J. Malaysia.* 2010. Vol. 65. No. 4. P. 261–267.
4. U.S. Preventive Services Task Force. Screening for idiopathic scoliosis in adolescents: recommendation statement. 2004. [дата обращения: 14.11.2017]. Доступ по ссылке: <https://www.uspreventiveservicestaskforce.org/Page/Document/RecommendationStatementFinal/idiopathic-scoliosis-in-adolescents-screening>
5. U.S. Preventive Services Task Force. Screening for idiopathic scoliosis in adolescents: recommendation statement. 2018. [дата обращения: 14.02.2022]. Доступ по ссылке: <https://www.uspreventiveservicestaskforce.org/Page/Document/RecommendationStatementFinal/idiopathic-scoliosis-in-adolescents-screening>
6. US Preventive Services Task Force; Grossman D.C., Curry S.J., Owens D.K. et al. Screening for adolescent idiopathic scoliosis: US preventive services task force recommendation statement // *JAMA.* 2018. Vol. 319. P. 165–172. DOI: 10.1001/jama.2017.19342
7. Richards B.S., Vitale M.G. Statement: screening for idiopathic scoliosis in adolescents: an information statement // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2008. Vol. 90. No. 1. P. 195–198. DOI: 10.2106/JBJS.G.01276
8. Labelle H., Richards S.B., De Kleuver M. et al. Screening for adolescent idiopathic scoliosis: an information statement by the Scoliosis Research Society International task force // *Scoliosis.* 2013. Vol. 8. P. 17. DOI: 10.1186/1748-7161-8-17
9. Hagan J.G., Shaw J.S., Duncan P.M. Guidelines for health supervision of infants, children, and adolescents. 4th ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics, 2017. DOI: 10.1001/jama.284.24.3187
10. UK National Screening Committee. UK NSC recommendation on adolescent idiopathic scoliosis (AIS). London: UK National Screening Committee, July 2016. [доступ по ссылке 14.08.2022]. Доступ по ссылке: <https://Legacycreening.phe.org.uk/scoliosis>
11. UK National Screening Committee. Screening for adolescent idiopathic scoliosis: external review against programme appraisal criteria for the UK National Screening Committee (UK NSC). 3rd ed. London: UK National Screening Committee, 2015.
12. Deurloo J.A., Verkerk P.H. To screen or not to screen for adolescent idiopathic scoliosis? A review of the literature // *Public Health.* 2015. Vol. 129. P. 1267–1272. DOI: 10.1016/j.puhe.2015.07.021
13. National Health and Medical Research Council. Child health screening and surveillance: a critical review of the evidence. Centre for Community Child Health, Royal Children's Hospital Melbourne, 2002. Rescinded guideline. Archived at the National Library of Australia. [дата обращения 14.08.2022]. Доступ по ссылке: <https://trove.nla.gov.au/work/17064822?selectedversion=NBD24213346>
14. Canadian Task Force on the Periodic Health Examination. The Canadian guide to clinical preventive health care. Minister of Supply and Services Canada 1994. [дата обращения 14.08.2022]. Доступ по ссылке: <https://canadiantaskforce.ca/the-red-brick-the-canadian-guide-to-clinical-preventive-health-care-1994/>
15. Negrini S., Donzelli S., Aulisa A.G. et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth // *Scoliosis Spinal. Disord.* 2018. Vol. 13. P. 3. DOI: 10.1186/s13013-017-0145-8
16. Grivas T.B., Wade M.H., Negrini S. et al. SOSORT consensus paper: school screening for scoliosis. Where are we today? // *Scoliosis.* 2007. Vol. 2. P. 17. DOI: 10.1186/1748-7161-2-17
17. Labelle H., Richards S.B., De Kleuver M. et al. Screening for adolescent idiopathic scoliosis: an information statement by the scoliosis research society international task force // *Scoliosis.* 2013. Vol. 8. P. 17. DOI: 10.1186/1748-7161-8-17
18. Beauséjour M., Goulet L., Parent S. et al.; Members of the Quebec Scoliosis Society and of the Canadian Paediatric Spinal Deformities Study Group. The effectiveness of scoliosis screening programs: methods for systematic review and expert panel recommendations formulation // *Scoliosis.* 2013. Vol. 8. P. 12. DOI: 10.1186/1748-7161-8-12
19. Płaszewski M., Nowobilski R., Kowalski P. et al. Screening for scoliosis: different countries' perspectives and evidence-

- based health care // *Int. J. Rehabil. Res.* 2012. Vol. 35. P. 13–19. DOI: 10.1097/MRR.0b013e32834df622
20. Kuroki H. School scoliosis screening – world trends and the problems encountered in Japan // *Int. J. Orthop.* 2017. Vol. 4. P. 814–818. DOI: 10.17554/j.issn.2311-5106.2017.04.235
21. Suh S.W., Modi H.N., Yang J.H. et al. Idiopathic scoliosis in Korean schoolchildren: a prospective screening study of over 1 million children // *Eur. Spine J.* 2011. Vol. 20. P. 1087–1094. DOI: 10.1007/s00586-011-1695-8
22. Ueno M., Takaso M., Nakazawa T. et al. A 5-year epidemiological study on the prevalence rate of idiopathic scoliosis in Tokyo: school screening of more than 250,000 children // *J. Orthop. Sci.* 2011. Vol. 16. P. 1–6. DOI: 10.1007/s00776-010-0009-z
23. Zheng Y., Dang Y., Wu X. et al. Epidemiological study of adolescent idiopathic scoliosis in Eastern China // *J. Rehabil. Med.* 2017. Vol. 49. P. 512–519. DOI: 10.2340/16501977-2240
24. Михайловский М.В., Садовой М.А., Новиков В.В. и др. Современная концепция раннего выявления и лечения идиопатического сколиоза // *Хирургия позвоночника.* 2015. Т. 12. № 3. С. 13–18. DOI: 10.14531/ss2015.3.13-18
25. Садовая Т.Н. Концепция раннего выявления, лечения и мониторинга деформаций позвоночника у детей // *Хирургия позвоночника.* 2009. № 4. С. 80–94. DOI: 10.14531/ss2009.4.80-84
26. Черная Н.Л., Нечаева Т.Н., Иванова И.В. и др. Пути оптимизации диагностики и профилактики патологии позвоночника у школьников // *Детская больница.* 2011. № 3. С. 39–42.
27. Сарнадский В.Н., Михайловский М.В., Садовая Т.Н. и др. Распространенность структурального сколиоза среди школьников Новосибирска по данным компьютерной топографии // *Бюллетень сибирской медицины.* 2017. № 1. С. 80–91. DOI: 10/20538/1682-0363-2017-1-80-91
28. Płaszewski M., Grantham W., Jespersen E. Screening for scoliosis – New recommendations, old dilemmas, no straight solutions // *World J. Orthop.* 2020. Vol. 11. No. 9. P. 364–379. DOI: 10.5312/wjo.v11.i9.364
29. Dickson R.A., Weinstein S.L. Bracing (and screening) – yes or no? // *J. Bone Joint Surg. Br.* 1999. Vol. 81. P. 193–198.
30. Alderman E.M., Breuner C.C.; AAP Committee on Adolescence. Unique needs of the adolescent // *Pediatrics.* 2019. Vol. 144. P. e20193150. DOI: 10.1542/peds.2019-3150
31. UN General Assembly. Convention on the Rights of the Child // United Nations, Treaty Series. 1989. Vol. 1577. P. 3. [дата обращения: 14.08.2022]. Доступ по ссылке: <https://www.refworld.org/docid/3ae6b38f0.html>
32. Barratt A., Irwig L., Glasziou P. et al. Users' guides to the medical literature: XVII. How to use guidelines and recommendations about screening. Evidence-Based Medicine Working Group // *JAMA.* 1999. Vol. 281. P. 2029–2034. DOI: 10.1001/jama.281.21.2029
33. Gray J.A. New concepts in screening // *Br. J. Gen. Pract.* 2004. Vol. 54. P. 292–298.
34. Dobrow M.J., Hagens V., Chafe R. et al. Consolidated principles for screening based on a systematic review and consensus process // *CMAJ.* 2018. Vol. 190. P. E422–E429. DOI: 10.1503/cmaj.171154
35. Torell G., Nordwall A., Nachemson A. The changing pattern of scoliosis treatment due to effective screening // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1981. Vol. 63. P. 337–341.
36. Montgomery F., Willner S. Screening for idiopathic scoliosis. Comparison of 90 cases shows less surgery by early diagnosis // *Acta Orthop. Scand.* 1993. Vol. 64. P. 456–458. DOI: 10.3109/17453679308993666
37. Grivas T.B., Samelis P., Pappa A.S. et al. Menarche in scoliotic and nonscoliotic Mediterranean girls. Is there any relation between menarche and laterality of scoliotic curves? // *Stud. Health Technol. Inform.* 2002. Vol. 88. P. 30–36. DOI: 10/3233/978-1-60750-932-5-30
38. Grivas T.B., Vasiladis E., Mouzakis V. et al. Association between adolescent idiopathic scoliosis prevalence and age at menarche in different geographic latitudes // *Scoliosis.* 2006. Vol. 1. P. 9. DOI: 10.1186/1748-7161-1-9
39. Armstrong G.W., Livermore N.B. 3rd, Suzuki N. et al. Nonstandard vertebral rotation in scoliosis screening patients. Its prevalence and relation to the clinical deformity // *Spine.* 1982. Vol. 7. P. 50–54. DOI: 10.1097/00007632-198200710-00006
40. Grossman T.W., Mazur J.M., Cummings R.J. An evaluation of the Adams forward bend test and the scoliometer in a scoliosis school screening setting // *J. Pediatr. Orthop.* 1995. Vol. 15. P. 535–538. DOI: 10.1097/01241398-199507000-00025
41. De Wilde L., Plasschaert F., Cattoir H. et al. Examination of the back using the Bunnell scoliometer in a Belgian school population around puberty // *Acta Orthop Belg.* 1998. Vol. 64. P. 136–143.
42. Elshazly F.A., Ahmed A.R., Mahmoud W.S. et al. Screening study for early detection of scoliosis in school children in Al-kharj City in Saudi Arabia // *World Appl. Sci. J.* 2014. Vol. 31. No. 6. P. 993–997. DOI: 10.5829/idosi.wasj.2014.31.07.500
43. Komang-Agung I.S., Dwi-Purnomo S.B., Susilowati A. Prevalence rate of adolescent idiopathic scoliosis: Results of school-based screening in Surabaya, Indonesia // *Malays. Orthop. J.* 2017. Vol. 11. No. 3. P. 17–22. DOI: 10.5704/MOJ.1711.011
44. Dunn J., Henrikson N.B., Morrison C.C. et al. Screening for adolescent idiopathic scoliosis: A systematic evidence review for the U.S. Preventive Services Task Force // *JAMA.* 2018. Vol. 319. No. 2. P. 173–187. DOI: 10.1001/jama.2017.11669
45. Adamczewska K., Wiernicka M., Malchrowicz-Moško E. et al. The angle of trunk rotation in school children: A study from an Idiopathic Scoliosis Screening // *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2019. Vol. 16. No. 18. P. 3426. DOI: 10.3390/ijerph16183426
46. Yilmaz H., Zateri C., Ozkan A.K. et al. Prevalence of adolescent idiopathic scoliosis in Turkey: an epidemiological study // *Spine J.* 2020. Vol. 20. No. 6. P. 947–955. DOI: 10.1016/j.spinee.2020.01.008
47. Scaturro D., Sire A., Terrana P. et al. Adolescent idiopathic scoliosis screening: Could a school-based assessment protocol be useful for an early diagnosis? // *J. Back. Musculoskelet. Rehabil.* 2021. Vol. 34. No. 2. P. 301–306. DOI: 10.3233/BMR-200215
48. Bunnell W.P. Selective screening for scoliosis // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2005. Vol. 434. P. 40–45. DOI: 10.1097/01.blo.0000163242.92733.66
49. The ALARA (as low as reasonably achievable) concept in pediatric CT intelligent dose reduction. Multidisciplinary conference organized by the Society of Pediatric Radiology. August 18–19, 2001 // *Pediatr. Radiol.* 2002. Vol. 32. No. 4. P. 217–313. DOI: 10.1007/s00247-002-0665-z
50. Maqsood A., Frome D.K., Gibly R.F. et al. IS (Idiopathic Scoliosis) etiology: Multifactorial genetic research continues. A systematic

review 1950 to 2017 // *Journal of Orthopaedics*. 2020. Vol. 21. P. 421–426. DOI: 10.1016/j.jor.2020.08.005

51. Perez-Machado G., Berenguer-Pascual E., Bovea-Marco M. et al. From genetics to epigenetics to unravel the etiology of adolescent idiopathic scoliosis // *Bone*. 2020. No. 140. P. 115563. DOI: 10.1016/j.bone. 2020.115563

52. Weiss H.R. Idiopathic scoliosis: how much of a genetic disorder? Report of five pairs of monozygotic twins // *Dev. Neurorehabil*. 2007. Vol. 10. No. 1. P. 67–73. DOI: 10.1080/13638490601005305

53. Beausejour M., Roy-Beaudry M., Goulet L. et al. Patient characteristics at the initial visit to a scoliosis clinic: a cross-sectional study in a community without school screening // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007. Vol. 32. No. 12. P. 1349–1354. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318059b5f7

54. Torell G., Nordwall A., Nachemson A. The changing pattern of scoliosis treatment due to effective screening // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1981. Vol. 63. No. 3. P. 337–341.

55. Weinstein S.L., Dolan L.A., Wright J.G. et al. Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis // *N. Engl. J. Med.* 2013. Vol. 369. No. 16. P. 1512–1521. DOI: 10.1056/NEJMoa1307337

56. Bunge E.M., Juttmann R.E., van Biezen F.C. et al. Estimating the effectiveness of screening for scoliosis: a case-control study // *Pediatrics*. 2008. Vol. 121. No. 1. P. 9–14. DOI: 10.1542/peds.2006-3673

57. Diaz M.C., Wysocki T., Crutchfield J.H. et al. Provider-focused intervention to promote comprehensive screening for adolescent idiopathic scoliosis by primary care pediatricians // *Am. J. Med. Qual.* 2019. Vol. 34. No. 2. P. 182–188. DOI: 10/1177/1062860618792667

58. Ueno M., Takaso M., Saito W. et al. A smartphone application for scoliosis detection as a novel scoliosis screening system – the initial report // *J. Spine Res.* 2013. Vol. 4. No. 11. P. 1617–1622.

59. Lee C.F., Fong D.Y., Cheung K.M. Costs of school scoliosis screening: A large, population-based study // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010. Vol. 35. No. 26. P. 2266–2272. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181cbcc10

60. Yawn B.P., Yawn R.A. The estimated cost of school scoliosis screening // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000. Vol. 25. No. 18. P. 2387–2391. DOI: 10.1097/00007632-200009150-00019

61. Thilagaratnam S. School-based screening for scoliosis: is it cost-effective? // *Singapore Med. J.* 2007. Vol. 48. P. 1012–1017.

REFERENCES

1. Lonstein JE. Natural history and school screening for scoliosis. *J Orthop Clin North Am.* 1988;19:227–237.

2. Lonstein JE, Bjorklund S, Wanninger MH, et al. Voluntary school screening for scoliosis in Minnesota. *J Bone Joint Surg Am.* 1982;64:481–488.

3. Sabirin J, Bakri R, Buang SN, et al. School scoliosis screening programme – A systematic review. *Med J Malaysia.* 2010;65(4):261–267.

4. U.S. Preventive Services Task Force. Screening for idiopathic scoliosis in adolescents: recommendation statement. 2004. [cited 2017 Nov 14]. Available from: <https://www.uspreventiveservicestaskforce.org/Page/Document/RecommendationStatementFinal/idiopathic-scoliosis-in-adolescents-screening>

5. U.S. Preventive Services Task Force. Screening for idiopathic scoliosis in adolescents: recommendation statement. 2018. [cited 2022 Feb 14]. Available from: <https://www.uspreventiveservicestaskforce.org/Page/Document/RecommendationStatementFinal/idiopathic-scoliosis-in-adolescents-screening>

6. US Preventive Services Task Force; Grossman DC, Curry SJ, Owens DK, et al. Screening for adolescent idiopathic scoliosis: US preventive services task force recommendation statement. *JAMA.* 2018;319:165–172. DOI: 10.1001/jama.2017.19342

7. Richards BS, Vitale MG. Statement: screening for idiopathic scoliosis in adolescents: an information statement. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(1):195–198. DOI: 10.2106/JBJS.G.01276

8. Labelle H, Richards SB, De Kleuver M, et al. Screening for adolescent idiopathic scoliosis: an information statement by the Scoliosis Research Society International task force. *Scoliosis.* 2013;8:17. DOI: 10.1186/1748-7161-8-17

9. Hagan JG, Shaw JS, Duncan PM. Guidelines for health supervision of infants, children, and adolescents. 4th ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics; 2017. DOI: 10.1001/jama.284.24.3187

10. UK National Screening Committee. UK NSC recommendation on adolescent idiopathic scoliosis (AIS). London: UK National Screening

Committee, July 2016. [cited 2022 Aug 14]. Available from: <https://legacyscreening.phe.org.uk/scoliosis>

11. UK National Screening Committee. Screening for adolescent idiopathic scoliosis: external review against programme appraisal criteria for the UK National Screening Committee (UK NSC). 3rd ed. London: UK National Screening Committee; 2015.

12. Deurloo JA, Verkerk PH. To screen or not to screen for adolescent idiopathic scoliosis? A review of the literature. *Public Health.* 2015;129:1267–1272. DOI: 10.1016/j.puhe.2015.07.021

13. National Health and Medical Research Council. Child health screening and surveillance: a critical review of the evidence. Centre for Community Child Health, Royal Children's Hospital Melbourne, 2002. Rescinded guideline. Archived at the National Library of Australia. [cited 2022 Aug 14]. Available from: <https://trove.nla.gov.au/work/17064822?selectedversion=NBD24213346>

14. Canadian Task Force on the Periodic Health Examination. The Canadian guide to clinical preventive health care. Minister of Supply and Services Canada 1994. [cited 2022 Aug 14]. Available from: <https://canadiantaskforce.ca/the-red-brick-the-canadian-guide-to-clinical-preventive-health-care-1994/>

15. Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disord.* 2018;13:3. DOI: 10.1186/s13013-017-0145-8

16. Grivas TB, Wade MH, Negrini S, et al. SOSORT consensus paper: school screening for scoliosis. Where are we today? *Scoliosis.* 2007;2:17. DOI: 10.1186/1748-7161-2-17

17. Labelle H, Richards SB, de Kleuver M, et al. Screening for adolescent idiopathic scoliosis: an information statement by the scoliosis research society international task force. *Scoliosis.* 2013;8:17. DOI: 10.1186/1748-7161-8-17

18. Beauséjour M, Goulet L, Parent S, et al.; Members of the Quebec Scoliosis Society and of the Canadian Paediatric Spinal Deformities Study Group. The effectiveness of scoliosis screening programs:

- methods for systematic review and expert panel recommendations formulation. *Scoliosis*. 2013;8:12. DOI: 10.1186/1748-7161-8-12
19. Plaszewski M, Nowobilski R, Kowalski P, et al. Screening for scoliosis: different countries' perspectives and evidence-based health care. *Int J Rehabil Res*. 2012;35:13–19. DOI: 10.1097/MRR.0b013e32834df622
20. Kuroki H. School scoliosis screening – world trends and the problems encountered in Japan. *Int J Orthop*. 2017;4:814–818. DOI: 10.17554/j.issn.2311-5106.2017.04.235
21. Suh SW, Modi HN, Yang JH, et al. Idiopathic scoliosis in Korean schoolchildren: a prospective screening study of over 1 million children. *Eur Spine J*. 2011;20:1087–1094. DOI: 10.1007/s00586-011-1695-8
22. Ueno M, Takaso M, Nakazawa T, et al. A 5-year epidemiological study on the prevalence rate of idiopathic scoliosis in Tokyo: school screening of more than 250,000 children. *J Orthop Sci*. 2011;16:1–6. DOI: 10.1007/s00776-010-0009-z
23. Zheng Y, Dang Y, Wu X, et al. Epidemiological study of adolescent idiopathic scoliosis in Eastern China. *J Rehabil Med*. 2017;49:512–519. DOI: 10.2340/16501977-2240
24. Mikhailovsky MV, Sadovoy MA, Novikov VV, et al. The modern concept of early detection and treatment of idiopathic scoliosis. *Hir Pozvonoc*. 2015;12(3):13–18. (In Russ.). DOI: 10.14531/ss2015.3.13-18
25. Sadovaya TN. The concept of early detection, treatment and monitoring of spinal deformities in children. *Hirurgiâ pozvonočnika (Spine Surgery)*. 2009;(4):80–84. (In Russ.). DOI: 10.14531/ss2009.4.80-84
26. Chernaya NL, Nechaeva TN, Ivanova IV, et al. Methods for optimizing diagnosis and prevention of spinal cord pathology in school-age children. *Detskaya bol'nitsa*. 2011;(3):39–42. (In Russ.)
27. Samadskiy VN, Mikhailovskiy MV, Sadovaya TN, et al. Prevalence rate of structural scoliosis in school children of Novosibirsk according to the computed optical topography data. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2017;16(1):80–91. (In Russ.). DOI: 10/20538/1682-0363-2017-1-80-91
28. Plaszewski M, Grantham W, Jespersen E. Screening for scoliosis – New recommendations, old dilemmas, no straight solutions. *World J Orthop*. 2020;11(9):364–379. DOI: 10.5312/wjo.v11.i9.364
29. Dickson RA, Weinstein SL. Bracing (and screening) – yes or no? *J Bone Joint Surg Br*. 1999;81:193–198.
30. Alderman EM, Breuner CC; AAP Committee on Adolescence. Unique needs of the adolescent. *Pediatrics*. 2019;144: e20193150. DOI: 10.1542/peds.2019-3150
31. UN General Assembly. Convention on the Rights of the Child. United Nations, Treaty Series. 1989;1577:3. [cited 2022 Aug 14]. Available from: <https://www.refworld.org/docid/3ae6b38f0.html>
32. Barratt A, Irwig L, Glasziou P, et al. Users' guides to the medical literature: XVII. How to use guidelines and recommendations about screening. Evidence-Based Medicine Working Group. *JAMA*. 1999;281:2029–2034. DOI: 10.1001/jama.281.21.2029
33. Gray JA. New concepts in screening. *Br J Gen Pract*. 2004;54:292–298.
34. Dobrow MJ, Hagens V, Chafe R, et al. Consolidated principles for screening based on a systematic review and consensus process. *CMAJ*. 2018;190:E422–E429. DOI: 10.1503/cmaj.171154
35. Torell G, Nordwall A, Nachemson A. The changing pattern of scoliosis treatment due to effective screening. *J Bone Joint Surg Am*. 1981;63:337–341.
36. Montgomery F, Willner S. Screening for idiopathic scoliosis. Comparison of 90 cases shows less surgery by early diagnosis. *Acta Orthop Scand*. 1993;64:456–458. DOI: 10.3109/17453679308993666
37. Grivas TB, Samelis P, Pappa AS, et al. Menarche in scoliotic and nonscoliotic Mediterranean girls. Is there any relation between menarche and laterality of scoliotic curves? *Stud Health Technol Inform*. 2002;88:30–36. DOI: 10/3233/978-1-60750-932-5-30
38. Grivas TB, Vasiliadis E, Mouzakis V, et al. Association between adolescent idiopathic scoliosis prevalence and age at menarche in different geographic latitudes. *Scoliosis*. 2006;1:9. DOI: 10.1186/1748-7161-1-9
39. Armstrong GW, Livermore NB 3rd, Suzuki N, et al. Nonstandard vertebral rotation in scoliosis screening patients. Its prevalence and relation to the clinical deformity. *Spine*. 1982;7:50–54. DOI: 10.1097/00007632-198200710-00006
40. Grossman TW, Mazur JM, Cummings RJ. An evaluation of the Adams forward bend test and the scoliometer in a scoliosis school screening setting. *J Pediatr Orthop*. 1995;15:535–538. DOI: 10.1097/01241398-199507000-00025
41. De Wilde L, Plasschaert F, Cattoir H, et al. Examination of the back using the Bunnell scoliometer in a Belgian school population around puberty. *Acta Orthop Belg*. 1998;64:136–143.
42. Elshazly FA, Ahmed AR, Mahmoud WS, et al. Screening study for early detection of scoliosis in school children in Al-kharj City in Saudi Arabia. *World Appl Sci J*. 2014;31(6):993–997. DOI: 10.5829/idosi.wasj.2014.31.07500
43. Komang-Agung IS, Dwi-Purnomo SB, Susilowati A. Prevalence rate of adolescent idiopathic scoliosis: Results of school-based screening in Surabaya, Indonesia. *Malays Orthop J*. 2017;11(3):17–22. DOI: 10.5704/MOJ.1711.011
44. Dunn J, Henrikson NB, Morrison CC, et al. Screening for adolescent idiopathic scoliosis: A systematic evidence review for the U.S. Preventive Services Task Force. *JAMA*. 2018;319(2):173–187. DOI: 10.1001/jama.2017.11669
45. Adamczewska K, Wiernicka M, Malchrowicz-Moško E, et al. The angle of trunk rotation in school children: A study from an Idiopathic Scoliosis Screening. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(18):3426. DOI: 10.3390/ijerph16183426
46. Yilmaz H, Zateri C, Ozkan AK, et al. Prevalence of adolescent idiopathic scoliosis in Turkey: an epidemiological study. *Spine J*. 2020;20(6):947–955. DOI: 10.1016/j.spinee.2020.01.008
47. Scaturro D, Sire A, Terrana P, et al. Adolescent idiopathic scoliosis screening: Could a school-based assessment protocol be useful for an early diagnosis? *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2021;34(2):301–306. DOI: 10.3233/BMR-200215
48. Bunnell WP. Selective screening for scoliosis. *Clin Orthop Relat Res*. 2005;(434):40–45. DOI: 10.1097/01.blo.0000163242.92733.66
49. The ALARA (as low as reasonably achievable) concept in pediatric CT intelligent dose reduction. Multidisciplinary conference organized by the Society of Pediatric Radiology. August 18–19, 2001. *Pediatr Radiol*. 2002;32(4):217–213. DOI: 10.1007/s00247-002-0665-z
50. Maqsood A, Frome DK, Gibly RF, et al. IS (Idiopathic Scoliosis) etiology: Multifactorial genetic research continues. A systematic review 1950 to 2017. *Journal of Orthopaedics*. 2020;(21):421–426. DOI: 10.1016/j.jor.2020.08.005

- 51.** Perez-Machado G, Berenguer-Pascual E, Bovea-Marco M, et al. From genetics to epigenetics to unravel the etiology of adolescent idiopathic scoliosis. *Bone*. 2020;(140):115563. DOI: 10.1016/j.bone. 2020.115563
- 52.** Weiss HR. Idiopathic scoliosis: how much of a genetic disorder? Report of five pairs of monozygotic twins. *Dev Neurorehabil*. 2007;10(1):67–73. DOI: 10.1080/13638490601005305
- 53.** Beausejour M, Roy-Beaudry M, Goulet L, et al. Patient characteristics at the initial visit to a scoliosis clinic: a cross-sectional study in a community without school screening. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(12):1349–1354. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318059b5f7
- 54.** Torell G, Nordwall A, Nachemson A. The changing pattern of scoliosis treatment due to effective screening. *J Bone Joint Surg Am*. 1981;63(3):337–341.
- 55.** Weinstein SL, Dolan LA, Wright JG, et al. Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis. *N Engl J Med*. 2013;369(16):1512–1521. DOI: 10.1056/NEJMoa1307337
- 56.** Bunge EM, Juttmann RE, van Biezen FC, et al. Estimating the effectiveness of screening for scoliosis: a case-control study. *Pediatrics*. 2008;121(1):9–14. DOI: 10.1542/peds.2006–3673
- 57.** Diaz MC, Wysocki T, Crutchfield JH, et al. Provider-focused intervention to promote comprehensive screening for adolescent idiopathic scoliosis by primary care pediatricians. *Am J Med Qual*. 2019;34(2):182–188. DOI: 10/1177/1062860618792667
- 58.** Ueno M, Takaso M, Saito W, et al. A smartphone application for scoliosis detection as a novel scoliosis screening system – the initial report. *J Spine Res*. 2013;4(11):1617–1622.
- 59.** Lee CF, Fong DY, Cheung KM. Costs of school scoliosis screening: A large, population-based study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(26):2266–2272. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181cbcc10
- 60.** Yawn BP, Yawn RA. The estimated cost of school scoliosis screening. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(18):2387–2391. DOI: 10.1097/00007632-200009150-00019
- 61.** Thilagaratnam S. School-based screening for scoliosis: is it cost-effective? *Singapore Med J*. 2007;48:1012–1017.

ОБ АВТОРЕ

Григорий Аркадьевич Леин, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 196603, Санкт-Петербург, Пушкин,
ул. Парковая, д. 64–68;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7904-8688>;
eLibrary AuthorID: 863879;
e-mail: lein@scoliologic.ru

AUTHOR INFORMATION

Grigoriy A. Lein, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.);
address: 64–68 Parkovaya str.,
Pushkin, Saint Petersburg, 196603, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7904-8688>;
eLibrary AuthorID: 863879;
e-mail: lein@scoliologic.ru