



# ИМПУЛЬСНАЯ МАГНИТНАЯ ТЕРАПИЯ – ПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ЛЕЧЕНИЯ ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА У ДЕТЕЙ

А.В. Арсеньев<sup>1</sup>, М.Г. Дудин<sup>1</sup>, В.М. Михайлов<sup>2</sup>, Г.В. Соколов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Восстановительный центр детской ортопедии и травматологии «Огонек»

<sup>2</sup>НИИ цитологии РАН

<sup>3</sup>Центральный НИИ им. акад. А.Н. Крылова, Санкт-Петербург

**Цель исследования.** Обоснование использования импульсного магнитного поля с заданными параметрами в комплексном лечении идиопатического сколиоза.

**Материал и методы.** Экспериментальная часть работы проведена на 34 кроликах породы Шиншилла. В ходе клинической части работы обследовано 277 детей 13–15 лет с идиопатическим сколиозом II–IV степени, из которых были сформированы три группы. Детям из групп I и II были применены абсолютно одинаковые методы обследования: клинические и инструментальные (компьютерная оптическая топография, стабилорафия, электромиография паравerteбральных мышц спины, компьютерное тепловидение спины и конечностей). Основным методом обследования детей из группы III была рентгенография, у части детей по показаниям проводились ЭЭГ и ЭКГ.

**Результаты.** В экспериментах на кроликах показано, что импульсное магнитное поле подавляет пролиферативную активность и стимулирует дифференцировку хондроцитов ростковых зон костей кроликов. Целенаправленное воздействие на ростковые зоны импульсного магнитного поля с заданными параметрами может иметь терапевтический эффект при сколиозе у детей. Это подтверждают результаты динамического наблюдения за пациентами. Наибольший эффект от применения импульсной магнитной терапии наблюдался у больных в возрасте 13–15 лет, что соответствует второй половине пубертатного периода. Это совпадает с результатами экспериментальной части работы.

**Заключение.** Применение курса импульсной магнитной терапии достоверно повышает эффективность комплексного консервативного лечения пациентов с идиопатическим сколиозом, не имеет отрицательных эффектов, что указывает на безопасность данного вида физиотерапевтического воздействия на растущий организм.

**Ключевые слова:** магнитотерапия, ростковые зоны костей, лечение идиопатического сколиоза.

PULSED MAGNETOTHERAPY  
AS A PATHOGENETIC TREATMENT  
FOR IDIOPATHIC SCOLIOSIS IN CHILDREN

A.V. Arseniev, M.G. Dudin, V.M. Mikhailov, G.V. Sokolov

**Objective.** To substantiate the use of pulsed magnetic field with predetermined parameters in multimodality treatment of idiopathic scoliosis.

**Material and Methods.** Experimental part of the study was performed in 34 chinchilla rabbits. Clinical study included examination of 277 children at the age of 13–15 years with II–IV grade idiopathic scoliosis which were divided into three groups. Children from groups I and II underwent absolutely equal clinical and instrumental methods of examination: computer optical topography, stabilography, electromyography of the back paravertebral muscles, computer thermovision of the back and extremities. The main method for examination of children from group III was radiography, in some cases, according to indications — EEG and ECG.

**Results.** An experiment in rabbits showed that pulsed magnetic field inhibits proliferation and stimulates differentiation of chondrocytes in growth plates. The targeted impact of pulsed magnetic field with predetermined parameters on growth plates of children with scoliosis can render a therapeutic effect. This is confirmed by results of dynamic observation of patients. Pulsed magnetotherapy is the most effective in patients of 13–15 years of age corresponding to the second half of pubertal period. These findings are in agreement with experimental data.

**Conclusion.** The use of pulsed magnetotherapy reliably increases the efficacy of multimodal conservative treatment of patients with idiopathic scoliosis, has not negative effects, and is safe for a growing body.

**Key Words:** magnetotherapy, growth plate, treatment of idiopathic scoliosis.

Hir. Pozvonoc. 2007;(4):27–34.

## Введение

Идиопатический сколиоз – одна из самых распространенных и проблемных деформаций позвоночного столба человека. По данным исследований разных авторов, идиопатический сколиоз встречается в 1–9 % случаев [1, 5–9]. Проблемность идиопатического сколиоза объясняется невысокой эффективностью консервативного лечения, что, в свою очередь, обусловлено симптоматическим подходом.

Причина возникновения идиопатического сколиоза вызывает споры среди исследователей на протяжении столетий, а в патогенезе на сегодняшний день общепринятым считается только один бесспорный факт – прямая связь возникновения и развития сколиоза с процессом роста ребенка. Наиболее убедительно эту закономерность показал G. Duval-Beaupere [13].

Современные взгляды на этиологию и патогенез идиопатического сколиоза в свете технологических возможностей медицины позволяют выделить перспективность методик с локальным воздействием на про-

цесс роста позвоночного столба, а именно на функциональную активность ростковых зон тел позвонков.

Известно, что продольный рост позвоночного столба определяется функциональной активностью ростковых зон тел позвонков, расположенных по их краниальной и каудальной поверхностям. Этот процесс находится под влиянием многих факторов, к которым могут быть отнесены следующие: генетический код, нервная и эндокринная регуляция, сердечно-сосудистая, пищеварительная и другие системы организма [2, 4, 8, 11, 14, 15]. Несомненно влияние и факторов внешней среды: радиоактивного излучения, электрических и магнитных полей [10]. Однако функциональная активность клеток ростковых зон под влиянием различных экзогенных и эндогенных влияний изучена недостаточно. Работа в этом направлении проводилась нами с 1997 г., ее основная цель – дополнение комплексного консервативного лечения идиопатического сколиоза данными о патогенетическом факторе, который должен отвечать следующим требованиям: неин-

вазивность, безопасность, глубокая проникающая способность, эффективность, доступность. При анализе современных источников литературы с позиций закона Арндта-Шульца обнаружено, что наиболее полно этим требованиям отвечает импульсная магнитная терапия, которая потенциально обладает физическими признаками сильного раздражителя [3]. Это условие необходимо, потому что при сколиозе требуется такое воздействие на растущий позвоночный столб, результатом которого должно стать ингибирование функциональной активности ростковых зон тел позвонков.

Цель исследования – обоснование использования импульсного магнитного поля с заданными параметрами в комплексном лечении идиопатического сколиоза.

## Материал и методы

Экспериментальная часть работы проводилась на 1–3-месячных растущих кроликах породы Шиншилла. Учитывая однотипность биологических процессов в ростковых зонах скелета, объектом исследования мы выбрали ростковые зоны костей, составляющих коленный сустав, дистальный отдел бедренной кости и проксимальный большеберцовой. Гистологические препараты ростковых зон исследовались при помощи морфометрии (рис. 1) и автордиографии (рис. 2).

В эксперимент были включены 34 кролика, разделенные на три группы:

- I – контрольная группа (18 кроликов), состоящая из 1–3-месячных кроликов, которые выводились из эксперимента в разные сроки: на 30-й, 60-й и 90-й день наблюдения;
- II – группа животных (7 кроликов), получавших курс импульсной магнитной терапии в течение второго месяца жизни; выводились из эксперимента на 60-й день, который в соответствии с общим биологическим развитием данной породы

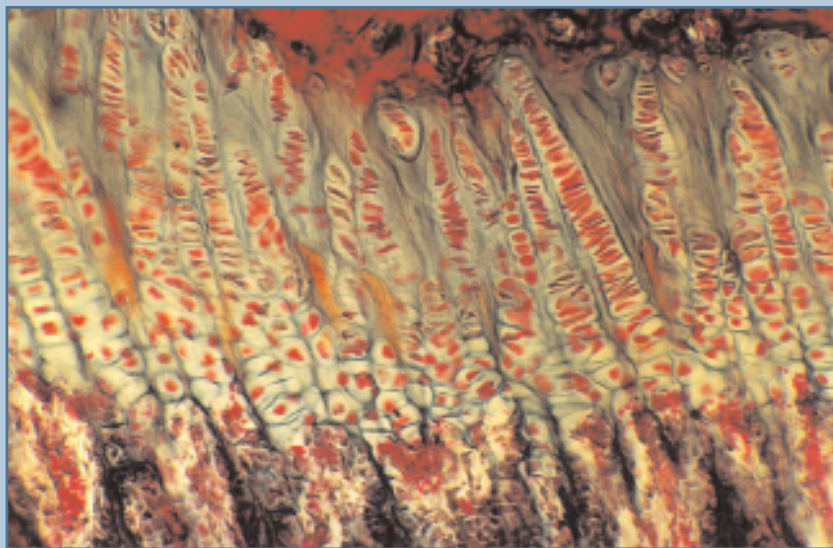


Рис. 1

Ростковая зона бедренной кости, окраска по Маллори

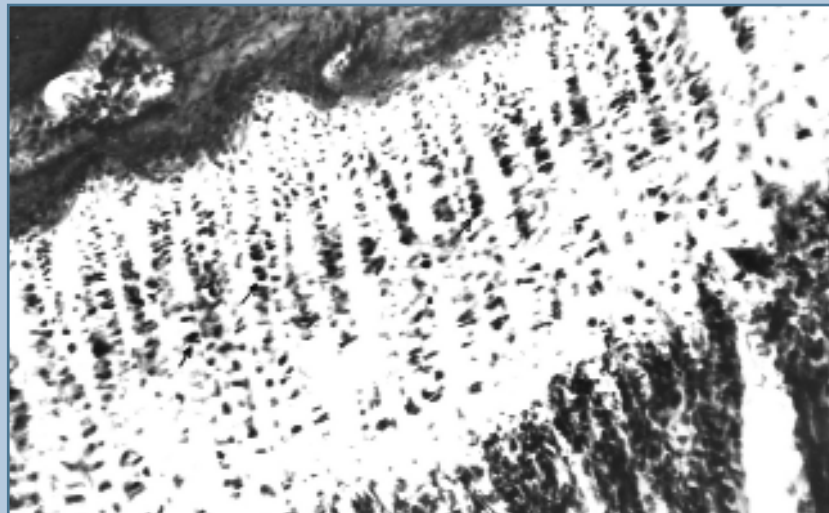


Рис. 2

Ростковая зона бедренной кости, включения 3Н-тимидина в ядрах хондроцитов, окраска гематоксилин-эозином

кроликов приходится на начало периода полового созревания (переход из препубертатного возраста в пубертатный у человека);

III – группа животных (9 кроликов), получавших курс импульсной магнитной терапии в течение третьего месяца жизни; выводились из эксперимента на 90-й день, который в соответствии с общим развитием данной породы кроликов приходится на период достижения половой зрелости (конец пубертатного возраста у человека).

Животные на протяжении всего периода эксперимента находились в виварии института цитологии и содержались в одинаковых условиях. Обращение с животными и выведение их из эксперимента осуществлялось в полном соответствии с «Международными требованиями по гуманному отношению к экспериментальным животным».

В качестве источника импульсного магнитного поля как в эксперименте, так и в клинической части исследования был использован отечественный аппарат «Амит-01», позволяющий по-

лучать поле с уровнем индукции до 1,5 Тл.

Методы обследования, примененные к животным всех групп, были абсолютно идентичны. Для исследования ростковых зон были применены следующие методы: рентгенография, морфометрия, автордиография.

Клиническая часть работы была проведена для доказательства эффективности использования импульсного магнитного поля с заданными параметрами в комплексном консервативном лечении сколиоза. Обследовано 277 детей 13–15 лет с идиопатическим сколиозом II–IV степени, из которых сформированы три группы:

I – 50 детей, находившихся на лечении в клинике центра «Огонек»; группа типична по своим медико-статистическим показателям: преобладание девочек, идиопатический сколиоз у пациентов выявлен в возрасте 9–11 лет, его течение оказалось прогрессирующим в период, предшествующий госпитализации в клинику, преобладание правосторонних сколиозов в грудном отделе и левосторонних –

в поясничном, в некоторых случаях деформация S-образной формы;

II – 27 детей, находившихся на стационарном лечении в специализированной ортопедической школе-интернате (Санкт-Петербург) для детей со сколиозом; по медико-статистическим характеристикам группа аналогична группе I; дети в течение двух месяцев получали лечение по такой же схеме, как и пациенты из группы I, но без применения импульсной магнитной терапии на область позвоночного столба;

III (дополнительная) – 200 детей, которые в 2000–2006 гг. получили 4–6 курсов консервативного лечения по схеме, принятой в центре «Огонек», включавшей курсы импульсной магнитной терапии на область вершины сколиотической дуги; формирование данной группы было необходимо для получения выводов о лечебном эффекте импульсной магнитной терапии при многократных курсах лечения; по медико-статистическим показателям группа типична.

Детям из групп I и II были применены одинаковые методы обследования, в том числе компьютерная оптическая топография, стабилорафия, электромиография паравертебральных мышц спины, компьютерное тепловидение спины и конечностей. Основным методом обследования детей из группы III явилась рентгенография, а у части детей по показаниям проводились ЭЭГ и ЭКГ.

Все полученные данные были подвергнуты статистической обработке, различия оценивали при помощи критерия Стьюдента.

## Результаты

*Экспериментальная часть работы.* Сравнение опытных препаратов, полученных во II группе животных, с контрольными показало, что при воздействии импульсного магнитного поля с заданными параметрами на ростковые зоны костей угнетаются процессы активной пролиферации



хондроцитов, уменьшается индекс меченых <sup>3</sup>H-тимидином ядер, свидетельствующий о подавлении синтеза ДНК, а также происходит увеличение доли более зрелых дифференцированных хондроцитов.

В препаратах, полученных в III группе животных, наблюдались такие же процессы. Однако существенным отличием являлось то, что затухание пролиферативных процессов было более значимым (по показателям морфометрии и индекса меченых ядер). При этом высота собственно ростковой зоны уменьшалась, естественным следствием этого становилось более раннее ее закрытие по сравнению с группой контроля (табл. 1, 2).

В результате выполнения экспериментальной работы появилась объективная база для основного вывода: импульсное магнитное поле с заданными параметрами оказывает ингибирующее влияние на ростковые зоны, причем чувствительность их пролиферирующих клеток к воздействию данного фактора во второй половине периода полового созревания более высокая, чем в его первой половине.

Экстраполируя полученные в эксперименте результаты на возрастные периоды развивающегося ребенка-подростка, следует подчеркнуть тот факт, что наибольший ингибирующий эффект отмечен у кроликов, находящихся в пубертатном периоде, в том возрастном периоде, когда происходит максимальное прогрессирование идиопатического сколиоза у человека. Это стало основанием для клинического применения импульсного магнитного поля в комплексном лечении деформации.

#### *Клиническая часть работы.*

При анализе результатов обследования, полученных при проведении клинической части работы, оказалось, что в I и II группах у детей произошли определенные изменения в клинической картине: улучшение осанки, что выражалось некоторым уменьшением асимметрии высоты стояния надплечий, углов лопаток, треугольников талии, выраженности симптома Адамса. Визуально отмечалось некоторое уменьшение бокового отклонения позвоночного столба. Указанные изменения сопровождались симптоматикой, свидетельствующей об укреплении мышечного

корсета туловища – увеличении силовой выносливости мышц спины и брюшного пресса.

В то же время совершенно очевидно, что данная оценка достаточно субъективна и динамические изменения при этом трудно сравнимы. Такая ситуация полностью объясняется теми особенностями развития идиопатического сколиоза, которые тяжело выявить за два месяца наблюдения.

Именно поэтому объективные изменения могли быть выявлены лишь при инструментальной диагностике, которая позволила дать количественную оценку качественным изменениям в результате проводимого лечения.

При компьютерной оптической топографии у детей из групп I и II оценивались три основных показателя: угол бокового отклонения позвоночного столба во фронтальной плоскости, угол патологической ротации и величина отклонения остистых отростков от средней линии. Была установлена некоторая положительная динамика.

В группе I коррекция угла деформации оказалась существеннее и статистически достоверней ( $p < 0,05$ ), а в группе II отмечалась лишь поло-

**Таблица 1**

Изменение высоты ростковых зон и доли дифференцированных клеток под воздействием импульсного магнитного поля у кроликов третьего месяца жизни,  $M \pm m$

Объект исследования	Ростковая зона бедренной кости				Ростковая зона большой берцовой кости			
	Высота ростковой зоны, мкм		Доля дифференцированных хондроцитов, %		Высота ростковой зоны, мкм		Доля дифференцированных хондроцитов, %	
	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль
Правая лапа	253 ± 28	333 ± 25	31,4 ± 1,2	34,3 ± 3,1	316 ± 23	354 ± 10	40,2 ± 2,7	32,4 ± 2,1
Левая лапа	293 ± 25		28,7 ± 1,1		342 ± 14		37,9 ± 2,0	
Среднее значение	273 ± 19		29,5 ± 0,8		329 ± 13		39,0 ± 1,7	

**Таблица 2**

Изменение индекса меченых ядер под воздействием импульсного магнитного поля в клетках ростковых зон у кроликов третьего месяца жизни,  $M \pm m$

Объект исследования	Ростковая зона бедренной кости		Ростковая зона большой берцовой кости	
	опыт	контроль	опыт	контроль
Правая лапа	2,7 ± 0,2	4,0 ± 0,5	3,7 ± 1,1	6,2 ± 1,7
Левая лапа	3,7 ± 0,7		5,1 ± 1,3	
Среднее значение	3,2 ± 0,4		4,4 ± 0,9	

жительная тенденция этой характеристики ( $p > 0,05$ ).

Патологическая ротация изменилась примерно одинаково: тенденция к уменьшению в обеих группах ( $p > 0,05$ ).

Отклонение остистых отростков от средней линии – менее ригидный показатель: отмечается его уменьшение у детей из группы I ( $p < 0,05$ ) и тенденция к уменьшению – в группе II ( $p > 0,05$ ).

Эти данные подтвердились при стабилотграфии: нормализован коэффициента опорности, что может свидетельствовать об общем улучшении статики ( $p < 0,05$ ) как у детей из группы I, так и из группы II.

Данные функциональных обследований в обеих группах также изменились, но различий между группами не установлено.

По результатам этих обследований дети из групп I и II были разделены на три подгруппы в зависимости от достигнутых результатов:

- больные с улучшением состояния деформированного позвоночного столба (положительная динамика по данным компьютерной оптической топографии, стабилотграфии; отсутствие отрицательной динамики по данным электромиографии);
- больные без динамики состояния (изменение в пределах погрешности метода);
- больные с ухудшением состояния (увеличение деформации в процессе лечения по данным компьютерной оптической топографии, стабилотграфии).

В группе I было выявлено 40 (80 %) пациентов с положительным результатом лечения; у 7 (14 %) убедительной динамики не отмечено; у 3 (6 %) – ухудшение показателей.

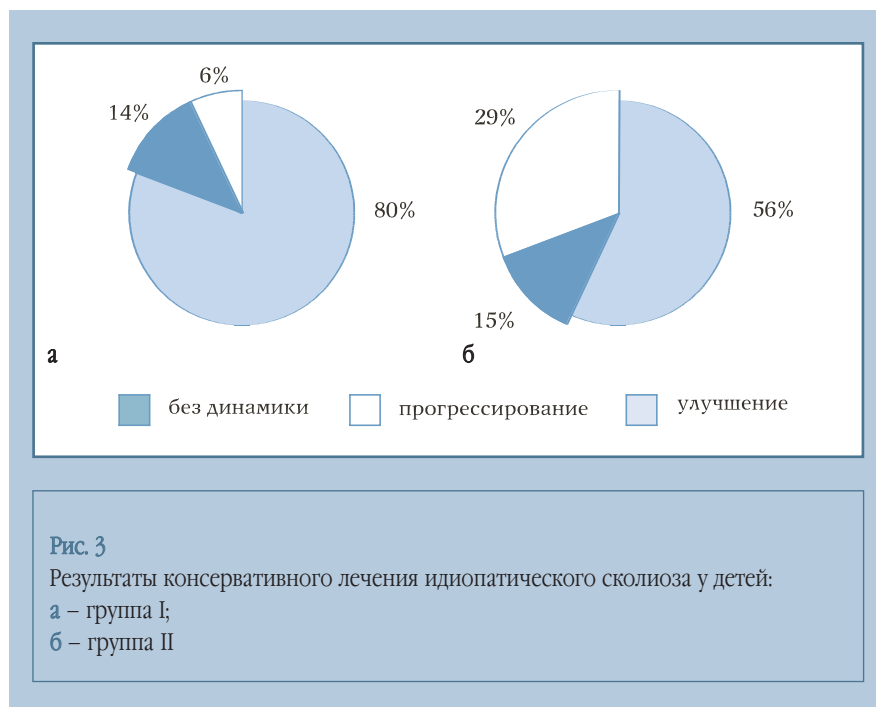
Аналогичный анализ, проведенный по группе II, показал, что только у 15 (56 %) пациентов имелся положительный результат лечения; у 4 (15 %) – убедительной динамики не отмечено; у 8 (29 %) – ухудшение (рис. 3).

Анализ результатов обследования детей из группы III показал, что несколько курсов комплексного консервативного лечения с применением импульсной магнитной стимуляции приводят к очевидному снижению темпов прогрессирования сколиотической деформации, ее стабилизации, а в 92 % случаев – к частичному регрессу. Кроме того, выигрывалось время в тот период жизни пациента, когда чаще всего наблюдается неуклонное и бурное увеличение сколиоза. Все это позволяет в ряде случаев избежать оперативного лечения.

Такой вывод сформировался в результате сравнения динамики развития идиопатического сколиоза с классической кривой Duval-Beaupere [13]. Основным критерием были данные рентгеновского обследования больных в динамике. Оказалось, что в подавляющем большинстве случаев динамика развития деформации в начальный период полностью соответствует данным Duval-Beaupere. Когда пациенты стали получать комплексное консервативное лечение, включающее импульсную магнитную терапию, кривая, отражающая прогрессирование деформации, принимала другой вид.

### Клинические примеры

У пациента В., 15 лет, сколиоз выявлен в возрасте 10 лет; получал амбулаторное лечение. В клинику центра «Огонек» впервые поступил в возрасте 12,5 лет. Диагноз при поступлении: S-образный сколиоз III степени, прогрессирующее течение. С 2001 по 2003 г. получил четыре двухмесячных курса консервативного лечения с использованием импульсной магнитной терапии. Последнее рентгенологическое исследование (в 15 лет) свидетельствует об уменьшении деформации позвоночного столба до II степени (рис. 4). Количественные характеристики фронтального искривления, полученные при динамическом наблюдении, были экстраполированы на график Duval-Beaupere (рис. 5). Отчетливо видно, что начальные этапы развития и прогрессирования сколиоза полностью соответствовали закономерностям, отраженным Duval-Beaupere. Однако в результате многократных курсов комплексного консервативного лечения с применением импульсной магнитной терапии развитие сколиоза пошло вопреки ожидаемому варианту.



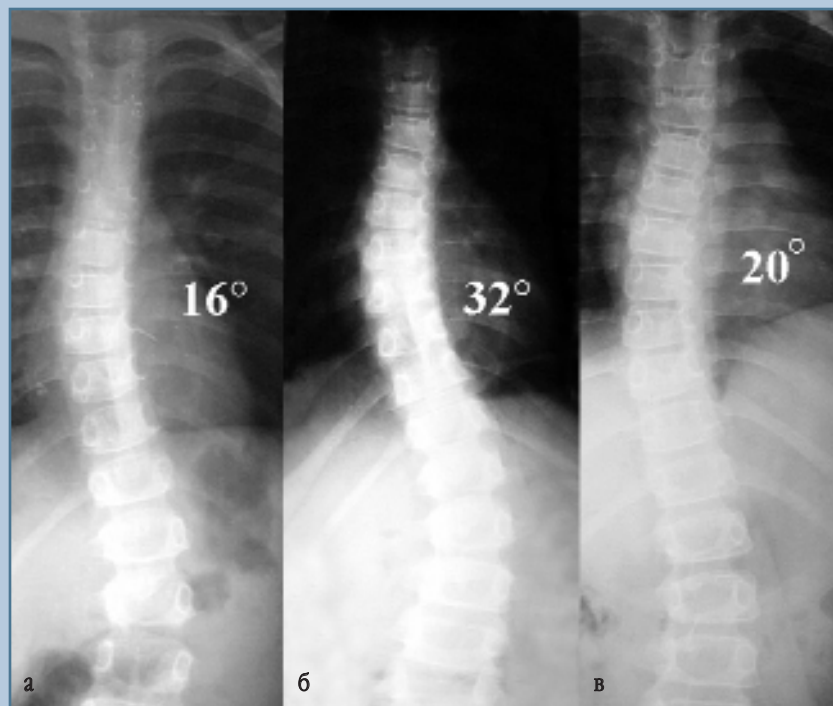


Рис. 4

Спондилограммы пациента В. с прогрессирующим течением S-образного сколиоза III степени:

- а – 11 лет;  
б – 12,5 лет;  
в – 15 лет

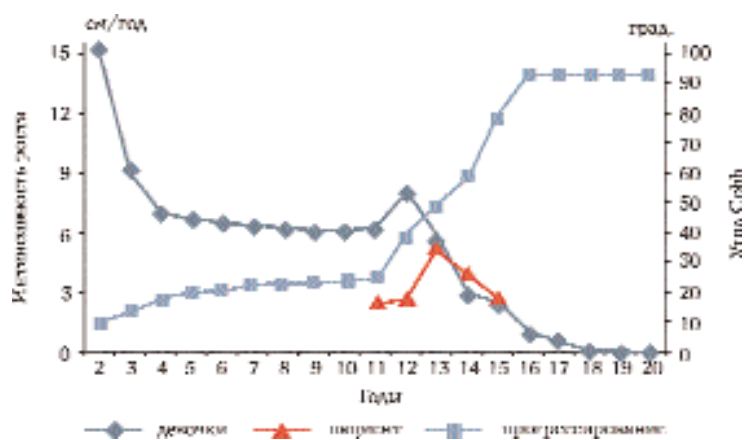


Рис. 5

Сравнение динамики развития сколиоза у пациента В. с кривой Duval-Beauregard

У пациентки А., 15 лет, сколиоз выявлен в возрасте 11 лет. Отмечалось прогрессирующее течение деформации на фоне проводимого амбулаторного лечения. Впервые в клинику центра «Огонек» поступила в возрасте 13 лет. Диагноз: правосторонний грудной сколиоз III степени. С 2002 по 2004 г. пациентка получила четыре курса комплексного консервативного лечения с применением импульсной магнитной терапии. При проведении последнего рентгенологического исследования выявлен частичный регресс деформации до II степени (рис. 6). Как и в первом клиническом примере, фактические данные по пациентке были экстраполированы на кривую Duval-Beauregard (рис. 7).

У пациентки С., 16 лет, сколиоз обнаружен в возрасте 13 лет, когда девочке впервые было проведено рентгенологическое исследование позвоночного столба. Амбулаторного лечения практически не проводилось. Впервые поступила в клинику центра «Огонек» в 13 лет (готовилась на перевод в специализированный стационар для оперативного лечения). Пациентка получила шесть курсов лечения. Следует отметить, что при определении уровня остеотропных гормонов складывалась картина, характерная для бурного прогрессирования деформации. С 2000 по 2004 г. девочка выросла на 16 см. По всем ортопедическим канонам, с учетом формы деформации, ее тяжести, темпов роста пациентки, гормонального статуса, сколиоз должен был значительно увеличиться, однако отмечается совсем другая картина (рис. 8). Данные спондилограмм пациентки также были совмещены с кривой Duval-Beauregard (рис. 9).

Результаты динамического наблюдения за пациентами убедительно свидетельствуют о лечебном эффекте многократного применения импульсной магнитной терапии. Необходимо еще раз подчеркнуть, что в период наблюдения дети продолжали активно расти, а темпы прогрессирования деформации не соответствовали той за-

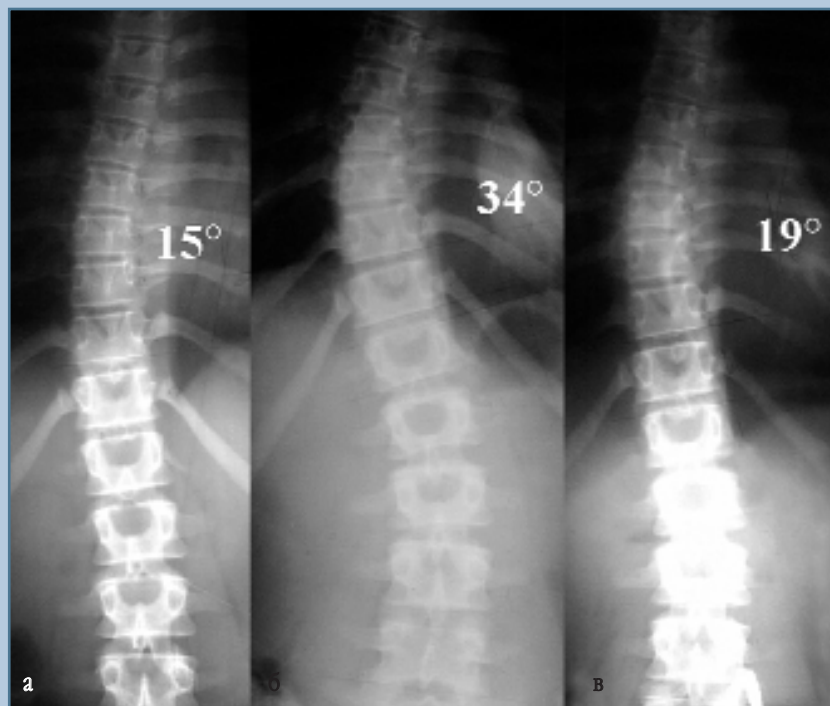


Рис. 6

Спондилограммы пациентки А. с правосторонним грудным сколиозом III степени:

а – 11 лет;

б – 13 лет;

в – 15 лет

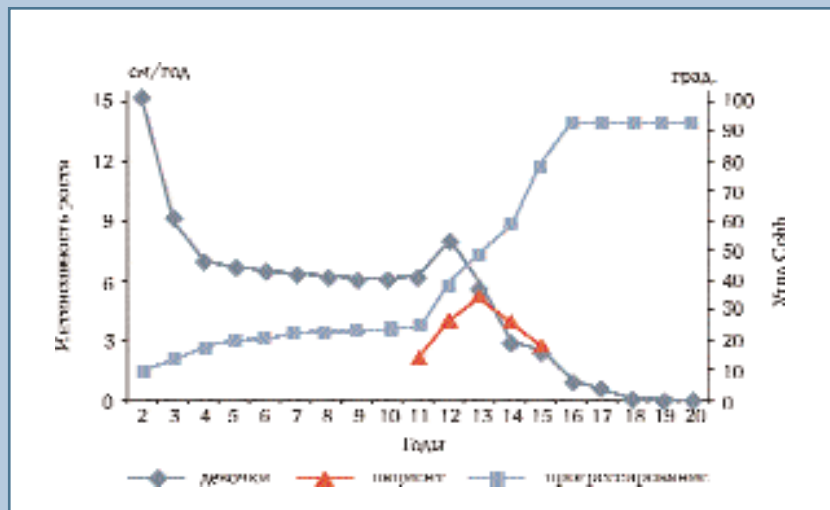


Рис. 7

Сравнение динамики развития сколиоза у пациентки А. с кривой Duval-Beaupere

кономерности, которая отражена на кривой Duval-Beaupere.

Статистическая обработка результатов, полученных при обследовании детей из группы III, показывает, что в подавляющем большинстве случаев развитие сколиотической деформации имело тенденцию не только к стабилизации, но и в ряде случаев к ее регрессу. Это явление было отмечено в 92 % случаев, что полностью соответствует данным, полученным по группе I.

Кроме того, необходимо отметить, что наибольший эффект от применения импульсной магнитной терапии наблюдался у больных в возрасте 13–15 лет, что соответствует второй половине пубертатного периода. Это совпадает с результатами экспериментальной части работы.

### Выводы

1. Импульсная магнитная терапия – это патогенетическое воздействие на пациентов с идиопатическим сколиозом. Импульсное магнитное поле с уровнем индукции 1,5 Тл подавляет функциональную активность ростковых зон экспериментальных животных.
2. Применение одного курса импульсной магнитной терапии достоверно повышает эффективность комплексного консервативного лечения пациентов с идиопатическим сколиозом.
3. Результаты наблюдения за пациентами из группы III, которым проведено 4–6 курсов магнитной импульсной терапии, показали, что многокурсовое воздействие еще более эффективно и позволяет в 92 % случаев добиться положительного эффекта – остановки прогрессирования и частичной коррекции сколиотической деформации.
4. Применение импульсной магнитной терапии у пациентов с идиопатическим сколиозом не имеет отрицательных эффектов, что указывает на безопасность данного вида физиотерапевтического воздействия на растущий организм.



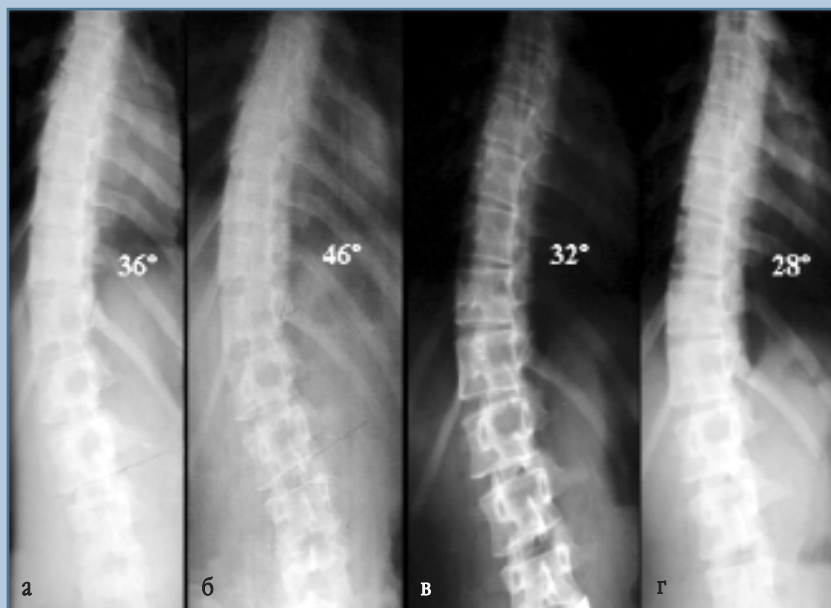


Рис. 8

Спондилограммы пациентки С. с прогрессирующим сколиозом:

а – 13 лет;

б – 14 лет;

в – 15 лет;

г – 16 лет

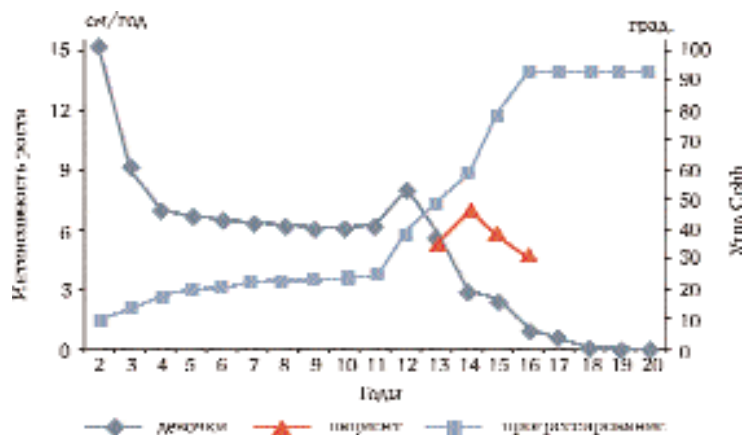


Рис. 9

Сравнение динамики развития сколиоза у пациентки С. с кривой Duval-Beaupere

## Литература

1. Андрианов В.И. Баиров Г.А., Садофьева В.И. и др. Заболевания и повреждения позвоночника у детей и подростков. Л., 1985.
2. Вельтищев Ю.Е. Рост ребенка: закономерности, отклонения, патология и превентивная терапия: Лекция № 12: Сб. науч. тр. Московского НИИ протезирования и детской хирургии. М., 1994. С. 74.
3. Гилинская Н.Ю. Использование малых доз в физиотерапии // Биологическое и лечебное действие магнитных полей. Витебск, 1999. С. 89–91.
4. Зайдман А.М. Идиопатический сколиоз: Морфология, биохимия, генетика. Новосибирск, 1994.
5. Закревский Л.К. Течение врожденных и идиопатических сколиозов и их оперативное лечение (задний и переднебоковой спондилодезы): Автореф. дис. ... д-ра мед. наук Л., 1966.
6. Казьмин А.И., Кон И.И., Бельский В.Е. Сколиоз. М., 1981.
7. Медведев В.П., Куликов А.М. Подростковая медицина. СПб., 1999.
8. Михайловский М.В., Фомичев Н.Г. Хирургия деформаций позвоночника. Новосибирск, 2002.
9. Садовой М.А., Трофимович Е.М., Садовая Т.Н. Превентивная детская вертебрология в проблеме гигиенической антропатологии // Хирургия позвоночника. 2004. № 2. С. 79–87.
10. Хэм А., Кормак Д. Гистология. М., 1983.
11. Цивьян Я.Л., Зайдман А.М. Морфогенез сколиоза. Новосибирск, 1978.
12. Шубкин В.Н. Хирургическое лечение искривлений позвоночника методом боковой коррекции устройством Роднянского-Гупалова: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук М., 1991.
13. Duval-Beaupere G, Dubouset J, Queneau P, et al. [A unique theory on the course of scoliosis] // Presse Med. 1970. Vol. 78. P. 1141–1146. French.
14. Hillbrand AS, Blakemore LC, Loder RT, et al. The role of melatonin in the pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis // Spine. 1996. Vol. 21. P. 1140–1146.
15. Machida M, Miyashita Y, Murai I, et al. Role of serotonin for scoliotic deformity in pinealectomized chicken // Spine. 1997. Vol. 22. P. 1297–1301.

## Адрес для переписки:

Дудин Михаил Георгиевич  
198515, Санкт-Петербург, п. Стрельна,  
Санкт-Петербургское шоссе, 101,  
dudin@admiral.ru

Статья поступила в редакцию 24.04.2007