

НАЦИОНАЛНА СПОРТНА АКАДЕМИЯ „ВАСИЛ ЛЕВСКИ”

КАТЕДРА „ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА НА КИНЕЗИТЕРАПИЯТА”



Борислав Иванов Чонгов

**КИНЕЗИТЕРАПИЯ ПО МЕТОДА НА SCHROTH ПРИ
ИДИОПАТИЧНА СКОЛИОЗА**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационен труд

за присъждане на образователна и научна степен “доктор”

Научен ръководител:

Проф. Евгения Димитрова, ДН

София, 2021

НАЦИОНАЛНА СПОРТНА АКАДЕМИЯ „В. ЛЕВСКИ”
КАТЕДРА „ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА НА КИНЕЗИТЕРАПИЯТА”

Борислав Иванов Чонгов

**КИНЕЗИТЕРАПИЯ ПО МЕТОДА НА SCHROTH ПРИ
ИДИОПАТИЧНА СКОЛИОЗА**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен
„доктор“ в област на висшето образование 7. Здравеопазване и спорт,
професионално направление 7.4. Обществено здраве,
научна специалност „Кинезитерапия“

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ:

Проф. Евгения Димитрова, дн

НАУЧНО ЖУРИ:

Проф. Николай Попов, дн – Председател
Доц. д-р Константин Узунов, дм - Рецензент
Доц. Любомира Саздова, доктор - Рецензент
Проф. д-р Андрей Йотов, дмн
Доц. д-р Венелин Алексиев, дм

София, 2021

Дисертационният труд съдържа 184 страници. Онагледен е с 26 таблици, 14 диаграми, 96 фигури и 6 приложения. Библиографията включва 234 литературни източника, от които 38 на кирилица и 196 на латиница.

Официалната защита на дисертационния труд ще се състои на 23 март 2021 г. от 14.00 часа в зала 502 на Национална Спортна Академия “Васил Левски”, ул. Гургулят 1, София, на заседание на научното жури.

Материалите за защитата са публикувани на интернет страницата на НСА „Васил Левски“ – www.nsa.bg и са на разположение в библиотеката на НСА „Васил Левски“.

Съдържание

I. УВОД	5
II. ОБОБЩЕНИЕ НА ДАННИТЕ ОТ ЛИТЕРАТУРАТА	7
III. РАБОТНА ХИПОТЕЗА.....	9
IV. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	9
V. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ.....	11
V.1. ХАРАКТЕРИСТИКА НА КОНТИНГЕНТА	12
V.2. МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕ	14
V.3. СОБСТВЕНА МЕТОДИКА НА КИНЕЗИТЕРАПИЯ	17
VI. РЕЗУЛТАТИ	27
VII. ОБСЪЖДАНЕ.....	37
VIII. ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ.....	39
IX. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	41
ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	42
СПИСЪК С НАУЧНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	43

Използвани съкращения

АИС	адолесцентна идиопатична сколиоза
СФУС	специфични физиотерапевтични упражнения за сколиоза
ТК	тазова корекция
ЪРТ	ъгъл на ротация на торса
3С	3 curvature scoliosis – сколиоза с 3 кривини
4С	4 curvature scoliosis – сколиоза с 4 кривини
ATSI	Anterior Trunk Symmetry Index - преден индекс за симетрия на торса
G 1-2	Group 1-2 curvature scoliosis – група 1-2 сколиотична кривина
N3N4	non 3 non 4 curvature scoliosis – нито 3 нито 4 сколиотична кривина
POTSI	Posterior Trunk Symmetry Index - заден индекс за симетрия на торса
SOSORT	International Scientific Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment – Международно научно дружество за ортопедично и рехабилитационни лечение на сколиоза

Забележка: Номерата на таблиците, фигурите и разделите в автореферата не съответстват на същите в дисертационния труд.

I. УВОД

“Лечението на сколиозата се е превърнало в един постоянен урок по смиреност, който изисква всички да работим заедно.”

Manuel Rigo

Адолесцентна идиопатична сколиоза е комплексна триизмерна торзионна деформация на гръбначния стълб и торса, появяваща се при деца в добро общо здравословно състояние, която може да прогресира във връзка с множество фактори по време на всеки един бърз период на растеж в развитието. (Димитрова Е. 1991 г., Rigo M. и съавт. 2010 г.) Сколиозата е описана още от Хипократ (500 г. пр. Хр.). Клиничната ѝ проява са предмет на широк кръг от дисциплини - биомеханика, епидемиология, физиология, физикална терапия, ортопедия, вътрешна медицина, психология и др.

Еволюцията на гръбначния стълб преминава през различни стадии, за да достигне човешката си морфологията. Честите заболявания и аномалии на гръбначния стълб налагат прецизното му изучаване и създаване на по-нови методи за изследване, лечение и рехабилитация. Повишеното внимание към изучаването на сколиозите се налага и поради нарастващия брой на гръбначни изкривявания през последните години сред учениците. (Димитрова Е. и съавт. 2013 г., Лангова и съавт. 2000 г., Попова-Добрева Д. и съавт. 2008 г., Grivas TB и съавт. 2002 г., Lonstein J и съавт. 1982 г., Wong H и съавт. 2005 г.) Гръбначните изкривявания са широко разпространени и представляват сериозен медико-социален проблем, ето защо ранната диагностика и ранното лечение може да доведе до недопускане на тежки изкривявания на гръбначния стълб. Поради незабележимото начало, бавното и безболезнено протичане, слабата изразеност на клиничните симптоми при деца с неправилна стойка се стига до късно диагностициране и лечение. (Попова-Добрева Д. и съавт. 2008 г.) Разпространението на сколиозата между 1% и 12% (Tanchev P. и съавт. 2000 г.) при скринингови проучвания, като най-често е между 2-3%. (Negrini S. и съавт. 2018 г.)

Прогресирането на заболяването, може да се предотврати от ранната диагностика, като се извършва с помощта на скринингови проучвания в училищата. Най-подходящата възраст, на която трябва да се провеждат е от 8 до 15 г. (Negrini S. и съавт. 2018 г.) То може да се осъществява от добре обучени кинезитерапевти при комуникация с лекари специалисти. Поставянето на диагнозата се извършва от лекар ортопед

специалист по гръбначните деформитети. Потвърждава се с рентгенография, при измерване на ъгъла на Cobb, който трябва да бъде $\geq 10^\circ$. (Negrini S. и съавт. 2012 г., 2018 г.) След завършване на костния растеж при изкривявания, които надхвърлят "критичния праг" приет от повечето автори между 30° и 50° ъгъл на Cobb, (Weinstein SL. и съавт. 2003 г.) има по-висок риск от здравословни проблеми в напреднала възраст като: понижено качество на живот, видима козметична деформация, болка и прогресивни функционални ограничения. (Lonstein J. и съавт. 1984 г., Negrini S. и съавт. 2012 г.)

От гледна точка на медико-социалният проблем за сколиозата лечението може да бъде консервативно, включващо физиотерапия и/или ортотично (корсет) или хирургично лечение. До голяма степен избора на лечение зависи от провеждането на скринингови проучвания. Според научни данни в Оукланд (Съединени Американски Щати) консервативното лечение струва средно 4 748 \$, докато оперативното е 35 510 \$. Провеждането на скринингови проучвания струват 7.39 \$ на дете, което би намалило с 81% нуждата от хирургично лечение. Когато тези статистически данни се приложат за цялата територия на Съединените щати, еквивалентна скринингова програма би струвала 90.9 милиона долара годишно. Лечението на сколиоза без скрининг се оценява на 95.4 милиона щатски долара годишно като преки разходи. Тази оценка не включва загуба на доходи, социални грижи, социални програми и други преки или косвени медицински разходи, които могат да възникнат при хирургическа интервенция. (Roubal P.J. и съавт. 1999 г.)

Ние приемаме, че развитието на гръбначните изкривявания е сериозен медико-социален проблем. Недопускането на прогресията в ъгловите деформации е водещо в ранната диагностика и ранното лечение.

II. ОБОБЩЕНИЕ НА ДАННИТЕ ОТ ЛИТЕРАТУРАТА

1. Причините за възникване на сколиозата все още не са изяснени. Приема се, че е полиетиологично идиопатично заболяване. Има редица теории за протичането на болестта, които взаимно се допълват. (*Burwell R. 2003 г., Guo X. и съавт. 2003 г., Nikolova S. и съавт. 2012 г., Porter R. и съавт. 2000 г.*) Идиопатичната сколиоза има потенциал да прогресира с растежа и развитието на скелета и опорно-двигателния апарат. (*Asher M. и съавт. 2006 г., Bagnall K. 2008 г., Bunnell W. 1986 г., Burwell R. и съавт. 2009 г.*)
2. Общото схващане за лечението на сколиозата се определя, като мултидисциплинарно. Обхваща проследяване и контролиране от лекар ортопед, физиотерапия, лечение с ортези (в България се използва термина „корсетно лечение“), оперативно ортопедично лечение, психологическа подкрепа и ангажираност на семейството. (*Negrini S. и съавт. 2006 г., 2008 г., 2012 г., 2018 г.*)
3. Има налични множество класификационни системи, както базирани на ъгъла на Cobb, така и на други критерии. За заболяване от сколиоза е определена границата от 10° ъгъл на Cobb. Между 10° и 25° условно се приема, че са подходящи специфични физиотерапевтични упражнения при сколиоза (СФУС). От 20° до 40° ъгъл на Cobb е прието лечението да бъде комбинаторно с корсет и СФУС. Над 50° ъгъл на Cobb най-подходящото лечение е оперативното. (*Negrini S. и съавт. 2006 г., 2008 г., 2012 г., 2018 г.*)
4. По отношението на физиотерапията има противоречиви схващания за нейното въздействие. Специфичните физиотерапевтични упражнения при сколиоза (СФУС) са въведени като термин от SOSORT през 2005 г. и показват голямо развитие в методически и научен план. Подобно е и развитието на корсетолечението. (*Димитрова Е. 1991 г., Филкова С. и съавт. 2017 г., Черногорова С. 1994 г., Bettany-Saltikov J. и съавт 2014 г., Dimeglio A. 2001 г., Negrini S. и съавт. 2018 г.*)
5. Методиките базирани на откритията на Katharina Schroth, отговарящи на тризимерната (3D) природа на сколиозата претърпяват развитие на 3 поколения изследователи. Методът води до подобряване на естетиката на тялото, виталния капацитет, мускулатурата и

симетрията на тялото. (*Berdishevsky H. и съавт. 2016 г., Lehnert-Schroth C. 2000 г., Rigo M. и съавт 2008 г., Weiss H. 1992 г.*)

6. Откриват се данни за намаляване на риска от прогресия при пациенти, изпълняващи упражнения, базирани на принципите на Schroth. Прогресирането на кривите с повече от 5° ъгъл на Cobb варира от 2.8% до 19%. В сравнение с естествено протичащото заболяване при не лекувани пациенти, сколиозата прогресира от 40% до 58%. (*Чонгов Б. и съавт. 2016 г., Kuru T. и съавт. 2016 г., Min-Jae K. и съавт 2017 г., Park J. и съавт. 2018 г., Schreiber S. и съавт. 2016 г.*)

III. РАБОТНА ХИПОТЕЗА

Изхождайки от значимостта на проблема с неоперативното лечение на adolescentната идиопатична сколиоза, както и на базата на проучените литературни източници и нашия опит в тази област, формулирахме следната *работна хипотеза*:

Създаването на *комплексна, научнообоснована, специализирана кинезитерапевтична методика, основана на принципите на K. Schroth и концепцията на M. Rigo* и прилагането ѝ като част от цялостния лечебен план при adolescentна идиопатична сколиоза, би довело до спиране на прогресията и максимално възможна корекция на деформацията.

IV. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Целта на дисертационния труд е разработване, внедряване и проучване на ефекта от приложението на кинезитерапевтична методика, основана на принципите на K. Schroth и концепцията на M. Rigo при adolescentна идиопатична сколиоза.

За постигане на поставената цел определихме следните задачи:

1. Да се направи критичен анализ на литературата за приложението на метода и принципите на Schroth при идиопатична сколиоза.
2. Да се уточнят показанията за кинезитерапевтично лечение при adolescentна идиопатична сколиоза и да се подбере подходящ контингент за изследване.
3. Да се разработи методика за функционално изследване при този контингент болни.
4. Да се изработи собствена методика на кинезитерапия, основана на принципите на K. Schroth и концепцията на M. Rigo, адаптирана към условията в България.

5. Да се приложи методиката при статистически достоверен контингент от пациенти с идиопатична сколиоза.
6. Да се определи мястото на ортотичното лечение и неговата комбинация с методиката на кинезитерапия.
7. Да се анализират получените резултати относно промените във формата и функционалните възможности на сколиотичната деформация под влияние на прилаганата кинезитерапия.
8. Да се формулират изводи и препоръки за практиката.

V. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването бе осъществено за периода 2014 – 2018 година в медицински център „Ортомед“, част от Университетска специализирана болница за активно лечение по ортопедия (УСБАЛЮ) “Проф. Б. Бойчев”, Горна баня, София. Бяха разгледани и проследени в рамките на 1 година общо 83 пациенти с диагноза, поставена от ортопед – адолесцентна идиопатична сколиоза.

Критерии за включване в извадката:

- деца с диагноза адолесцентна идиопатична сколиоза и ъгъл на Cobb по-голям от 10° и по-малък от 45°;
- минимална възраст 10 години;
- максимална възраст преди завършване на костна зрялост;
- деца от семейства, съгласни да сътрудничат при лечението;
- възможност за посещаване на обучаващия кинезитерапевтичен екип.

Критерии за изключване от извадката:

- съпътстващи здравни проблеми, които биха прекратили лечебния процес;
- сколиози с неврологична и/или друга първична етиология;
- деца под 10 годишна възраст;
- деца на възраст, които вече са завършили костния си растеж.

По време на изследването бяха изключени деца, които:

- са посещавали друго място за подобни терапии или друго лечение.
- не са участвали активно през целия период на програмата.
- са показани за хирургично лечение по препоръка на ортопеда.

V.1. ХАРАКТЕРИСТИКА НА КОНТИНГЕНТА

Пациентите са разпределени на две групи в зависимост от големината на основната им сколиотична кривина и типа на лечение:

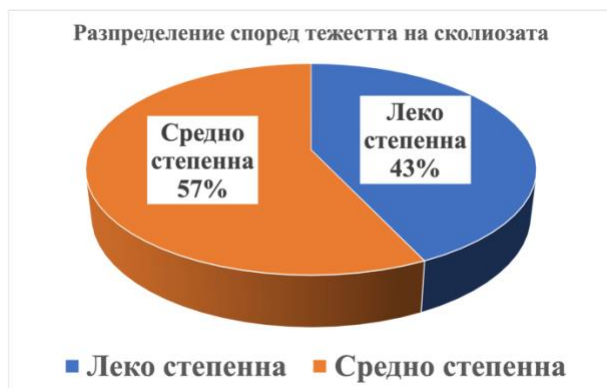
Първата група е с леко степенна сколиоза и е лекувана само със специфични физиотерапевтични упражнения при сколиоза (СФУС). В нея попаднаха 36 от случаите.

Втората група е със средна по тежест сколиоза, лекувана със СФУС и корсето лечение. Тя се състои от 47 случая (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика на контингента според вида на засягането и лечението.

Диагноза адолесцентна идиопатична сколиоза	Брой деца/Процент
Леко степенна	36 (43%)
Средно степенна	47 (57%)
Общо	83 (100%)

В извадката преобладават деца със средно степенна сколиоза – 47 или 57% и по-малко с леко степенна сколиоза – 36 или 43% от цялата извадка (диагр. 1).



Диаграма 1. Разпределение на контингента, според вида на засягането и лечението.

Съотношението между женския и мъжкия пол е 9.4:1, което е близо два пъти повече в полза на женския пол в сравнение с публикациите в световната литература 2.8-5.4:1 (табл. 2) (диагр. 2).

Таблица 2. Описание на извадката по пол.

		Брой деца	Процент
Пол	Момичета	75	90.4
	Момчета	8	9.6
	Общо	83	100.0



Диаграма 2. Описание на извадката по пол (%).

Средната възраст \pm SD на извадката при започване на лечението е 13.12 ± 1.7 г. При леко степенните е 13.6 ± 1.98 г., а при средно степенните е 12.8 ± 1.37 г. (табл. 3).

Таблица 3. Описание на извадката по възраст на започване на лечението.

Възраст	Средна стойност	Стандартно отклонение
Леко степенни	13.6	1.98
Средно степенни	12.8	1.37
Общо	13.12	1.7

V.2. МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕ

За обективизиране на функционалното състояние на болните по отношение на резултатността от кинезитерапевтичното лечение използвахме следните субективни и обективни методи и тестове за изследване. Създаде се подробно досие, в което бяха вписани всички показатели и методи за оценка.

Анамнеза и оглед

Изследването на пациентите започва с кратка анамнеза, в която участват детето и неговите родители.

Определяне на типа на изкривяване според класификацията на Schroth, модифицирана от Manuel Rigo

Класификацията на Rigo е базирана на клинични показатели, като се използват рентгелогични показатели, които я допълват и помагат за по-точно определяне на типа изкривяване. Тя ни помага да използваме по-точно принципите за корекция и постигане на оптимални резултати. Служи както за организиране на физиотерапевтичните специфични упражнения при сколиоза, така и за направата на корсети, които се съобразяват с типа на изкривяване и на точно определяне посоката и силата на натиск.

Измерване на ръста от стоеж и седеж

Измерихме ръста на пациентите от стоеж по стандартен подход. Опираме тялото на пациента на стена с гръб. Поставяме петите, таза и главата да бъдат допрени до стената. Измерваме с ръстомер, монтиран на стената. Отчитаме резултата в сантиметри и милиметри. Ръстът на пациентите от седеж измерваме, като поставяме стол без облегалка тип табуретка плътно до стената. Пациентът сядат и опира плътно таза и главата до стената. Измерваме с ръстомер, монтиран на стената. Отчитаме резултата в сантиметри и милиметри.

Клинични измервания на 3D деформациите на торса

Измерване на ъгъла на сагиталните кривини (кифоза и лордоза) с инклинометър

Поставяме пациента в стоеж в нормалната му позиция. Тя не трябва да бъде прекалено отпусната, нито да бъде под напрежение. Използваме инклинометър или сколиометър. Измерването го извършваме на 3 места на торса, като отчитаме в градуси наклона на дадения участък спрямо хоризонталната равнина.

Измерване на ъгъла на ротация на торса (ЪРТ) със сколиометър

Ъгълът на ротация на торса се определя с помощта на сколиометъра на Bunnell (1984) при теста на William Adams. (*Adams W. 1882 г., Bunnell W. 1984 г.*) Все още е спорно дали сколиометърът трябва да се използва за измерване на ЪРТ при стоеж с наклон на торса напред (тест на Адамс) или от седеж и наклон на торса напред. Burwell и съавт. (1988) установяват, че наклонът напред от стоеж дава най-добра оценка на ротацията, докато Grivas и съавт. (2006) препоръчват наклон напред от седнало положение, което по-добре корелира с деформацията на гръбначния стълб. (*Ташева Р. и съавт. 2013 г., Burwell RG. и съавт. 1988 г.*) Използвахме модификацията на Grivas, за да избегнем грешки от страна на различна дължина на двата долни крайника, което би довело до предварителна ротация на таза и последваща компенсация при ротацията на торса.

Измерване на индексите за симетрия отпред и отзад на торса с помощта на дигитална фотография

За измерване на индексите на симетрия се правят снимки отпред и отзад на тялото на пациента. Изработва се декор, който се поставя на стена, така че да се виждат ясно контурите на тялото, при снимка. Декорът трябва да бъде съставен от пресичащи се перпендикулярно линии, които формират решетка. Пациентите са инструктирани да застанат естествено на отстояние от около 50 cm от стената. Фотоапаратът се калиброва, като съвпадат неговите хоризонтални и вертикални линии с тези на решетката. Косата при момичетата се фиксира високо, така че да има видимост на врата.

Поставят се маркери на бодилковия израстък на 7-ми шиен прешлен; на между-глутеалната гънка; и в средата на югуларната ямка.

Измерване на мобилността на гръдния кош и дихателните движения

За измерване на подвижността на дихателната функция модифицирахме тестовете на Nirz. (*Ташева Р. и съавт. 2013 г.*) Теста го изпълнихме от стоеж. Измерванията направихме на 3 нива с шивашки метър. Метърът се поставя в трансверзалната равнина, плътно прилепнал до тялото на пациента. Пациентът извършва 2-3 пълни вдишвания и издишвания, при което е инструктиран да разшири, колкото може повече мястото, където е поставен шивашкият метър. При пълно вдишване трябва да задържи поне 2 секунди, както и при пълно издишване. Записва се максималната стойност постигната при вдишване и минималната стойност при издишване.

Рентгенографско изследване на пациент със сколиоза

Всички рентгенологични параметри в нашето изследване са описани от лекар ортопед. От гледна точка на физиотерапията и организирането на оптималните коригиращи упражнения ние ползваме рентгенофското изследване с цел по-добра информираност и правилни решения. Стремехът на всеки кинезитерапевт, работещ в областта на гръбначните деформации, трябва да бъде описание на изкривяванията без рентгенография и ползването ѝ само за потвърждаване на клиничната оценка.

Статистически методи на обработка

Статистическите методи за представяне и анализ на данните са:

- Описателни. За параметрите, измервани по неметрични скали са дадени: абсолютна (брой) и относителна (%) честота. За параметрите, измервани по метрични скали са дадени: брой на случаите, средна аритметична и стандартно отклонение.
- Проверка на хипотези. Основният използван модел е ANCOVA (ковариационен анализ), включващ като фактори и коварианти следните параметри: резултат при включване (baseline), тежест на състоянието и група. Допълнително, там където това е възможно се използва и тестът на Стюdent за две свързани групи. (*Калинов К. 2013 г.*)

V.3. СОБСТВЕНА МЕТОДИКА НА КИНЕЗИТЕРАПИЯ

Цел на прилаганата кинезитерапия

Целта на кинезитерапията бе спиране на прогресията и максимално възможна корекция на сколиозата.

Задачи на кинезитерапията

1. Представяне на лечебния план на пациента и родителите.
2. Определяне на типа на изкривяването и запознаване на пациента и родителите с детайлите на конкретната деформация.
3. Обучение в различни стереотипи на дишане във връзка с деформацията.
4. Миофасциална релаксация на тъканите от към конкавните страни на сколиозата и подпомагане на тяхното разширяване.
5. Засилване на мускулатурата, отговорна за корекцията.
6. Проприоцептивно превъзпитание, заучаване и интеграция на корекцията на торса.
7. Обучение в активна самостоятелна корекция (АСК).
8. Обучение на родителите в съдействие при самостоятелните домашни занимания.
9. Психо-емоционално подпомагане и мотивиране в процеса на лечение на пациента и родителите.

Методика за коригиращи упражнения, базирани на принципите на К. Schroth и концепцията на М. Rigo

За да може подробно и ясно да се изпълняват коригиращите упражнения трябва да се вземат в предвид принципите, описани от К. Schroth и допълнени от М. Rigo. Целта им е да се постигне цялостна, ефективна, активна самостоятелна корекция на всички кривини във всичките им равнини. Постигането на най-добрата корекция на гръбначния стълб и торса трябва да бъде без компенсация от съседните участъци на тялото. То трябва да изглежда хармонично и балансирано. Самостоятелната корекция трябва да се задържа от подходяща и ефикасна опорна система,

пропорционална на синхронизираните действия на мускулатурата на торса и контрола върху вътрешните обеми (висцерален компонент). Прекаленото действие върху даден удължен или скъсен мускул, водещо до наклони в сагитална, фронтална равнина или ротации на торса, трябва да се избягва. Това ще доведе до проксимална или каудална компенсация, дисбаланс или умора.

Описанието на методиката следва **4 основни принципа**.

Те от своя страна се допълват и поясняват от **3 специфични принципа**, които следват **предварително определени стратегии за корекция**, в зависимост от вида на изкривяването, следвайки класификацията на Rigo.

Основни принципи на корекция

I основен принцип - Триизмерна постурална стабилна корекция на тялото

Постуралната корекция на сколиозата при 3D коригиран таз и глава, трябва да се постигне:

- активно аксиално изтегляне по надлъжната ос на гръбначния стълб;
- медиализация (преместване на гръбначния стълб към мислената осева линия на тялото – от конвексно към конкавно или от конкавно към осевата линия във фронталната равнина);
- деротация в транзверзалната равнина (гибуса към вентрално, хлътването от конкавната страна в дорзална посока);
- корекция на сагиталния профил в сагиталната равнина.

II основен принцип - Техника на разширяване

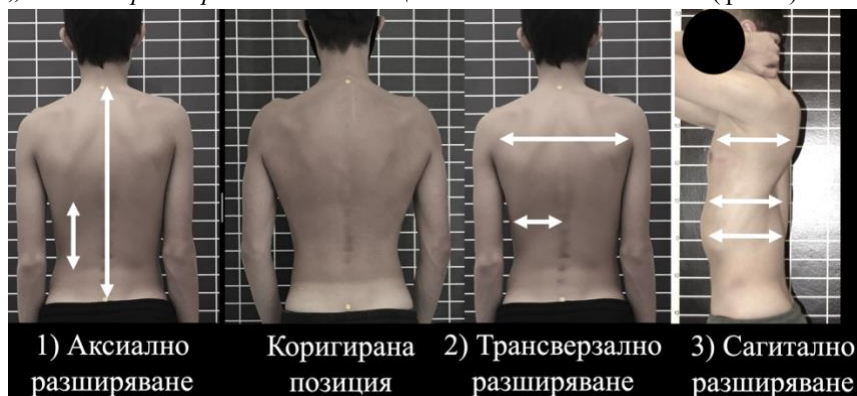
Движенията по посока разширяване ги използваме за допринасяне на една пълноценна корекция в трите равнини. Целта е да се постигне възможно най-добрата и коригирана триизмерна форма на торса. Техниките за разширяване следват първия основен принцип на корекция и предварително определените стратегии за триизмерната постурална корекция. Запазва се постигната корекция чрез преместване и се допълва с техниките за контрол на вътрешните обеми на тялото. При вдишване се разширява конкавните зони на торса. При издишване целта е запазване разширяването на конкавните зони и намаляване обема на конвексните зони на торса.

Разширяването се извършва във всички равнини. За наименованията на посоките на разширяване използваме **осите**, по които се случва разширяването:

Когато разширяването е в латерална или медиална посока се нарича „*трансверзално (напречно) разширяване*“ и се осъществява по **трансверзалната ос**.

Дорзалното и вентралното разширяване се извършва по **сагиталната ос** и се нарича "*сагитално разширяване*".

Разширението нагоре или надолу във вертикална посока се нарича „*аксиално разширяване*" и се осъществява по **аксиалната ос** (фиг. 1).



Фигура 1. Терминология при описанието на техниката за разширяване използвайки осите на човешкото тяло: 1) аксиално разширяване; 2) трансверзално разширяване; 3) сагитално разширяване. В *коригирана позиция* е показан пациент с изглед във фронтална равнина с аксиално и трансверзално разширяване.

III основен принцип - Мускулна активация

Чрез мускулната активация се опитваме с помощта на изометрични контракции на мускулите да запазим коригираната триизмерна разширена позиция на тялото. Целта е постигане изометрична контракция на колкото може повече мускули на торса в максимално възможна 3D корекция. По този начин ще получим концентрична изометрична контракция на удължените мускули и ексцентрична изометрична контракция на скъсените мускули. При използване на външни допълнителни уреди се създава допълнителна мускулна активация, чрез прилагане на натиск. Цялостната концепция се нарича разширяване-тензия-натиск. Терминът е въведен от

М. Rigo. С този принцип целим да създадем максимално количество аферентни проприоцептивни сигнали и да обучим мозъка в усещане за корекция.

IV основен принцип - Интеграция на корекцията

Поставен на последно място, като принцип интеграцията на корекцията започва от самото начало, още при постуралната корекция на тялото, в първия основен принцип. Продължава с техниката за разширяване и мускулната активация. При завършване на специфичните упражнения се дават различни задачи за изпълняване на движения, които трябва да бъдат изпълнени свободно, с най-добрата възможна корекция при спокойно и уравновесено дишане.

Специфични принципи на корекция

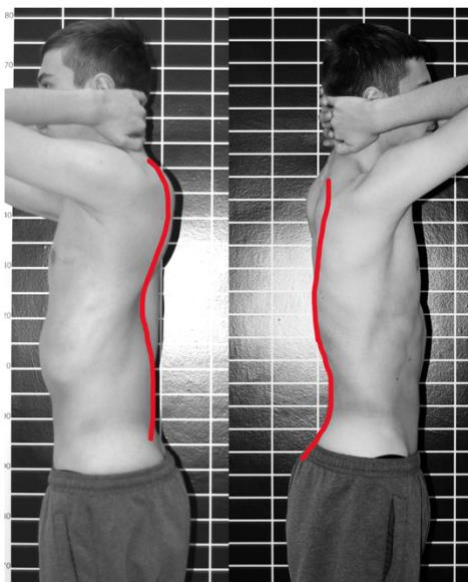
Специфичните принципи подпомагат основните. Извършват се комбинирано за постигане на 3D корекция. Номерирането им не е в пряка зависимост от тяхното прилагане. Могат да се прилагат и в различен ред, в зависимост от постигането на желаната корекция.

I специфичен принцип на корекция - Самостоятелно изтегляне при триизмерно коригирана и стабилна тазова област

Принципът се основава на коригирането на кривините при изтегляне на гръбначния стълб по дължина. Определя се, като аксиален компонент на 3D техниката за разширяване. Има каудална теглеща компонента изразяваща се в 3D подравнен и стабилен таз и краниална теглеща компонента при 3D подравнена и стабилна глава. Прилага се при всички клинични типове. Поддържа се през цялото време на упражненията. Позволява лесно и достъпно преместване на частите на тялото. Трудността му идва от гравитацията, която трябва да се преодолее за постигане и задържане на изтеглянето. От своя страна гравитационните сили ни дават усещане за посоката, в която трябва да поддържаме корекцията.

II специфичен принцип на корекция - Асиметрично сагитално подравняване

При обстойното наблюдение на пациентите със сколиоза наблюдаваме, че двете половини на тялото им се разместват асиметрично. При единична торакална дясно конвексна сколиоза гръдният кош изпъква от дясната страна и хлътва от лявата страна. Дясното рамо отива във вентрална посока, а лявото дорзално. От дясно тазовата и поязната област се преместват вентрално, докато от ляво се преместват дорзално. Това е *асиметрично сагитално разместване*, което прави тялото да изглежда противоположно в двата си профила (Фиг. 2). Състои се от преместване на (лявата или дясната) половина на тялото назад или напред (сагитална равнина) в комбинация със самостоятелното изтегляне, докато се прави обратното от другата страна на тялото (асиметрично). Така се създадат двойки сили за деротация в напречната (транзверзалната) равнина.



Фигура 2. Разлика от двете страни на тялото, погледнат от ляв и десен профил на един и същи пациент със сколиоза. Обяснява как действа вторият специфичен принцип на корекция: асиметрично сагитално подравняване.

III специфичен принцип на корекция - Подравняване във фронталната равнина

Подравняване на тялото във фронтална равнина се постига чрез създаване на вектори на сили, действащи за коригиране на различните сектори (блокове).

За **3C** клиничните типове се извършва 3-та и 5-та тазова корекция (виж предопределени стратегии за корекция, описани по-долу). При комбинация със самостоятелното изтегляне се получава диагонална тракционна линия, която представлява два вектора на силата в коригиращата посока към лумбо-тазова област и основния торакален регион. В проксималния торакален регион се създава вектор на силата, като предопределена коригираща стратегия за мускулна активация, наречена раменна противоположна тракция от към „пакета“. Шийната област и главата се поставят в коригирана и подравнена позиция.

За **N3N4** се изпълнява само самостоятелно изтегляне и фронтално разширяване подсилено от към „слабата страна“ с помощта на вектори на силите в основния торакален регион.

За **4C** се изпълнява 3-та тазова корекция в комбинация със самостоятелно изтегляне и балансиране на тялото, спрямо лумбалния/тораколумбалния регион. Извършва се корекция във фронталната равнина между таза и лумбалния/тораколумбалния регион. Използва се предопределена коригираща стратегия за мускулна активация наречена раменна противоположна тракция от към „слабата страна“, която активира основния торакален регион, спрямо лумбалния. Също така се прилага и раменна противоположна тракция от към „пакета“ за проксималния торакален регион.

G 1-2 изпълнява, както при 4C.

Предварително определени стратегии на корекция

Тези стратегии подпомагат основните и специфични принципи на корекция. Те са в пряка зависимост от клиничните типове.

Тазови корекции

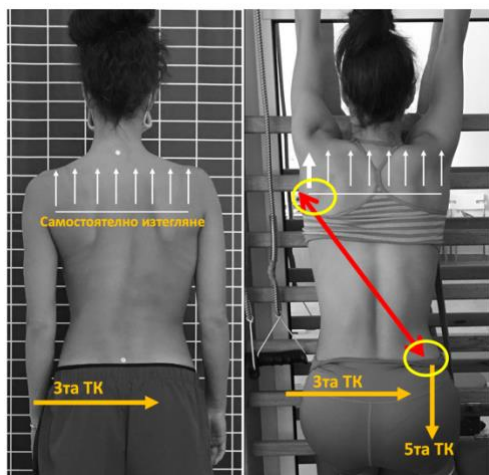
Тазовите корекции са общо пет. Всяка от тях е предопределена стратегия за корекция. Не винаги следват определената последователност. Използват се като команди за поставяне на таза в неутрална и стабилна позиция (фиг. 3).



Фигура 3. Тазови корекции.

Диагонална тракционна линия

Предварително определена стратегия за корекция във фронталната равнина изключително в 3С клиничен тип. Отнася се за трети специфичен принцип на корекция „подравняване във фронталната равнина“. Получава се в резултат от 3-та тазова корекция и самостоятелното изтегляне. Това премества торакалния блок в правилната позиция. Колкото повече коригираме с 3-та тазова корекция и се изтегляме нагоре, толкова повече ще коригираме общия баланс. В зависимост от това, до колко гръбначният стълб може да се коригира, без да направи компенсация. Горната точка на диагонала трябва да следва самостоятелното изтегляне. Долната точка на диагонала следва 5-та тазова корекция (фиг. 4).



Фигура 4. Диагонална тракционна линия.

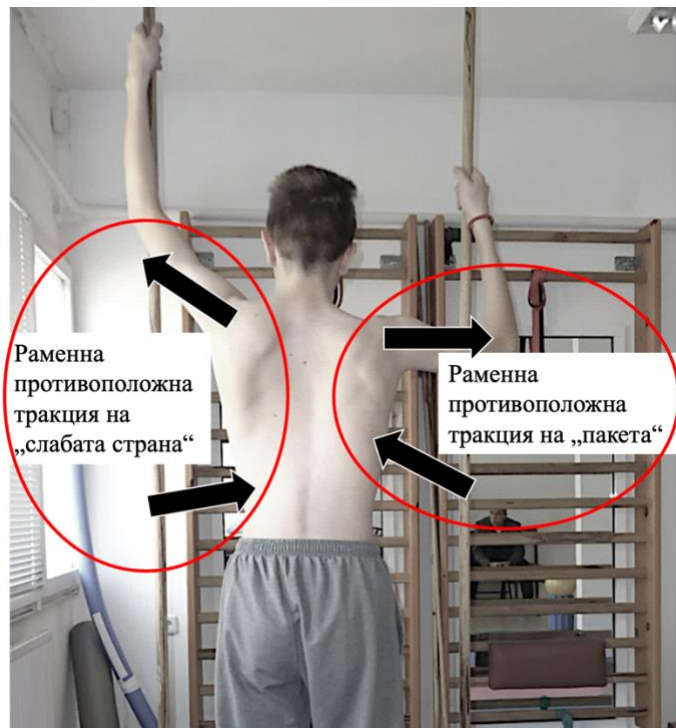
Раменна противоположна тракция от страната на „пакета“

Предварително определена стратегия за мускулна активация. Извършва се във фронталната равнина. Принадлежи към 3-ти специфичен принцип на корекция. Състои се от изометрично напрежение с латерална посока в областта на рамото откъм „пакета“ при лопатка в най-добрата си физиологична позиция. Продължава трансверзалното разширяване на раменния блок. Противоейства с цел поддържане на торакалния блок в правилна позиция, която е постигната от 3-та тазова корекция и в комбинация със самостоятелното изтегляне на торса. Торакалният блок не трябва да губи своята позиция. Трябва да остане стабилен и да не следва посоката на раменния блок. Използва се за всички клинични типове от група 2 (фиг. 5).

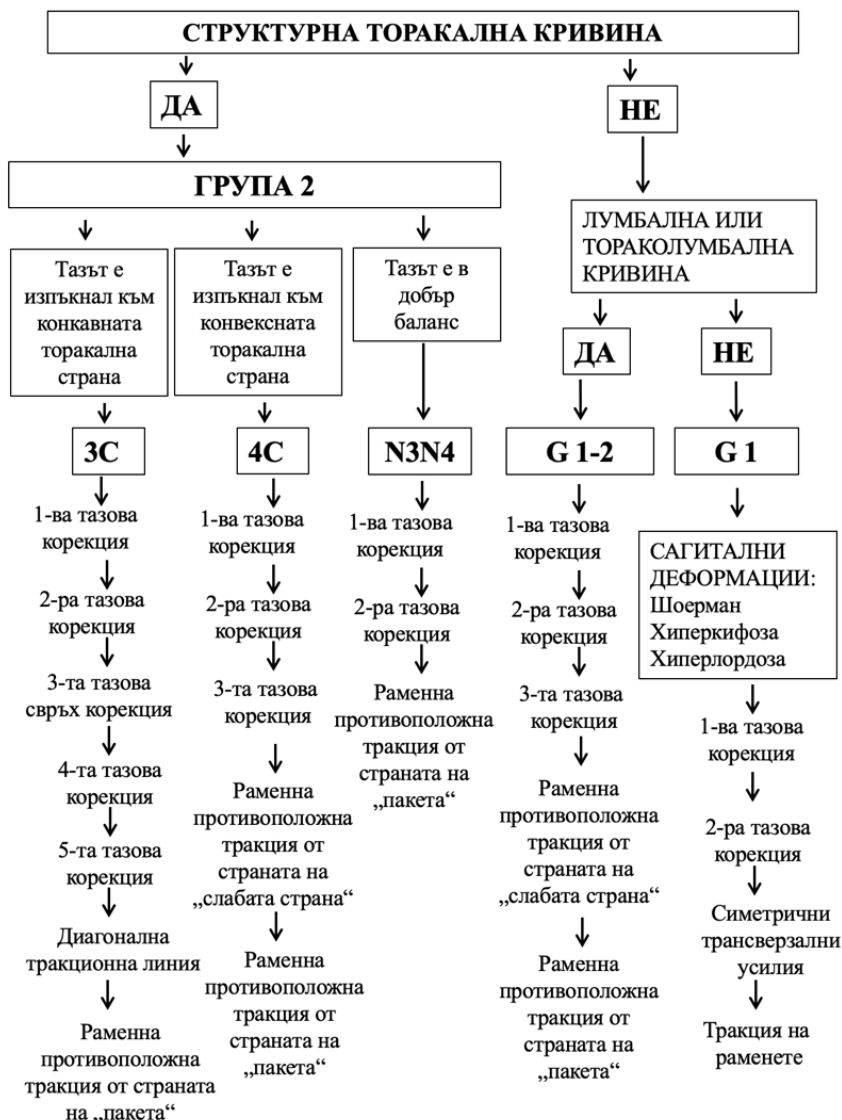
Раменна противоположна тракция на „слабата страна“

Предварително определена стратегия за мускулна активация. Извършва се във фронталната равнина. Принадлежи към 3-ти специфичен принцип на корекция. Състои се от изометрично напрежение с латерална и краниална посока в областта на рамото откъм „слабата страна“ при лопатка в най-добрата си физиологична позиция. Продължава трансверзалното разширяване на раменния блок. Противоейства с цел

поддържане на лумбалния/тораколумбалния блок в правилна позиция, която е постигната от 3-та тазова корекция в комбинация със самостоятелното изтегляне на торса. Лумбалният блок не трябва да губи своята позиция. Трябва да остане стабилен и да не следва посоката на раменния блок. Тракцията на рамото от към „слабата страна“, води до корекция на торакалния блок при клинични типове 4С и G 1-2. Използва се само при тях (фог. 5).



Фигура 5. Раменна противоположна тракция от страната на „пакета“ и раменна противоположна тракция на „слабата страна“.



Фигура 6. Алгоритъм за терапевтично въздействие и прилагане на предварително определените стратегии за корекция в зависимост от типа на изкривяването според класификацията на Rigo.

VI. РЕЗУЛТАТИ

Резултати от анамнезата

На таблица 4 са показани данни от наличието на менархе или пубархе при пациентите със сколиоза преди започване на лечението.

Таблица 4. Разпределение според настъпване на менархе и пубархе.

Менархе/ Пубархе	Леко степенни		Средно степенни	
	N	%	N	%
Да	23	63.9	23	48.9
Не	13	39.1	24	51.1
Общо	36	100	47	100

При леко степенните сколиози, които са с по-висок риск от прогресия са 39,1%, докато при средно степенните са 51,1%.

Разпределение в зависимост от вида спорт, който практикуват пациентите, може да се види на таблица 5.

Таблица 5. Разпределение според настъпване вида спорт, който практикува детето преди започване на терапията.

Вид спорт	Леко степенни		Средно степенни	
	N	%	N	%
Плуване	5	14	8	17
Народни танци	8	22	11	24
Латино и модерни танци	9	25	9	19
Лека атлетика	1	3	3	6
Художествена гимнастика	6	17	7	15
Синхронно плуване	0	0	1	2
Балет	2	5	3	6
Не спортува	5	14	5	11
Общо	36	100	47	100

Забелязва се, че спортовете, които предимно практикуват децата са плуване, латино и модерни танци, народни танци и художествена гимнастика. Според нас това се дължи на факта, че по-голямата част от контингента са от женски пол. На този етап не откриваме връзка между спорта, който практикуват и развитието на сколиозата.

Резултати от измерване на ръста от стоеж и седеж

При пациентите с леко степенни изкривявания ръстът се е увеличил с 2.4 см. за 12 месеца при средни стойности в началото \pm SD 161.9 \pm 8.42 см. до 164.3 \pm 7.9 см. При пациентите със средно степенни изкривявания ръстът се е увеличил с 3.4 см. за 12 месеца при средни стойности в началото \pm SD 161.5 \pm 9.7 см. до 164.9 \pm 8.09 см. Ръстът на торса от седнало положение при леко степенните се е увеличил с 1.9 см. и с 2.4 см. при средно степенните. Няма статистически достоверни разлики при ръста от стоеж и седеж между двете групи, както в началото така и в края на проследяването. Прави впечатление, че при леко степените при начален ръст от 161.9 см. ръстът в седеж е 83.9 см., а при средно степенните в началото е 161.5 см, ръстът е седеж е 82.9 см. Това според нас се дължи на по голямата кривина, която прави торса по-нисък (диаг. 3 и 4).



Диаграма 3. Разлика в ръста от изправено и седнало положение при пациентите със леко степенна сколиоза за период от 12 месеца.



Диаграма 4. Разлика в ръста от изправено и седнало положение при пациентите със средно степенна сколиоза за период от 12 месеца.

Резултати от клинични измервания на 3D деформациите на торса

Резултати от измерването на сагиталния профил на гръбначния стълб с инклинометър

Измерихме големината на торакалната кифоза и лумбалната лордоза в началото и след 12 месечно проследяване. Открихме статистически значима разлика ($p < 0,001$) при началните стойности на кифозата. При леките случаи тя беше с 8.3° по голяма от колкото при средно степенните изкривявания. Средните стойности $\pm SD$ при леко степенните в началото бяха $29.2^\circ \pm 9.17$, като се увели с 2.1° след проследяването $31.3^\circ \pm 7.01$. Средните стойности $\pm SD$ при средно степенните в началото бяха $20.9^\circ \pm 10.86$, като се увели с 2° след проследяването $22.9^\circ \pm 7.86$. Отчетохме и статистически значими разлики в края на периода на проследяването ($p < 0.001$), като леките бяха с 8.4° повече от средно степенните. При тези стойности на торакалната кифоза отчетохме намаляване на торакалната кифоза с увеличаване на ъгъла на Cobb. Макар и с малки стойности отчетохме подобрене на кифозата и при двете групи (табл. 6).

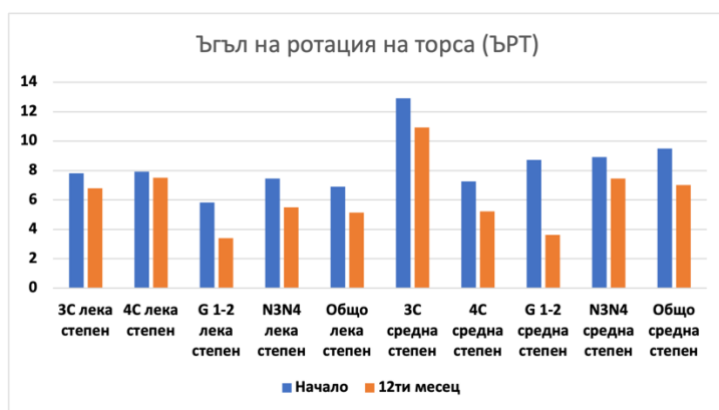
Таблица 6. Статистическа обработка на стойностите на торакалната кифоза и лумбалната лордоза

	Група	n	Средна стойност	Стандартно отклонение	Стандартна грешка
Кифоза начало	Леки	36	29.2	9.17	1.528
	Средни	47	20.9	10.86	1.584
Кифоза след 12 м.	Леки	36	31.3	7.01	1.169
	Средни	47	22.9	7.86	1.146
Лордоза начало	Леки	36	34.9	7.85	1.309
	Средни	47	28.9	7.66	1.117
Лордоза след 12 м.	Леки	36	34.3	6.29	1.049
	Средни	47	28.2	5.24	0.764

*м - месеца

Резултати от измерването на ъгъла на ротация на торса с сколиометър

При двете групи в края на периода за проследяване получихме намаляване на ЪРТ. При леко степените с 1.8° от средни стойности $\pm SD$ $6.9^\circ \pm 3.28$ в края $5.1^\circ \pm 3.73$ при $p < 0.001$. При средно степенните подобрението е с 2.5° от средни стойности $\pm SD$ $9.5^\circ \pm 4.37$ в края $5.1^\circ \pm 3.88$ при $p < 0.001$ (диаг. 5). Впечатление прави по-доброто повлияване на лумбалните кривини и при двете групи, което съвпада с рентгенологичните резултати. При леко степенните подобрението е с 2.4° , а при средно степенните с 5.1° .

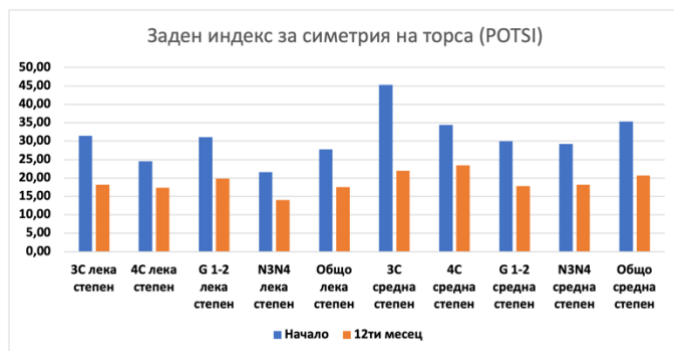


Диаграма 5. Динамика на ЪРТ по клинични групи и тежест на сколиозата.

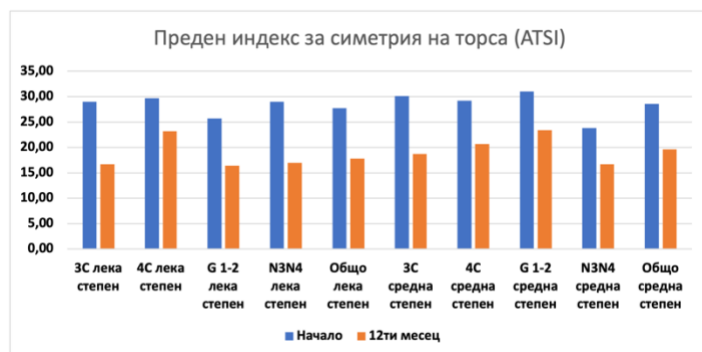
Резултати от измерването на фронталния баланс на фотография с индексите на симетрия

Не се откриват статистически достоверни разлики между двете групи при сравняване на резултатите. Открива се общо подобрение на $\pm SD$ симетрията POTSI при леките кривини с 10.3 ± 8.99 от 27.8 ± 14.54 на 17.5 ± 9.69 при статистическа достоверност при $p < 0,001$. Открива се общо подобрение на $\pm SD$ симетрията POTSI при средните кривини с 14.7 ± 16.97 от 35.4 ± 20.62 на 20.7 ± 8.02 при статистическа достоверност при $p < 0,001$. Симетрията отпред на торса (ATSI) се подобри със статистически достоверни разлики и при двете групи ($p < 0,001$). При средните стойности $\pm SD$ на леките кривини подобрението е с 9.9 ± 7.85 от 27.7 ± 10.94 на

17.8±7.32. При средните стойности \pm SD на средно тежките кривини подобрието е с 9±7.82 от 28.6±8.23 на 19.6±6.32.



Диаграма 6. Динамика на симетрията на торса в гръб (POTSI) по клинични групи и тежест на сколиозата.

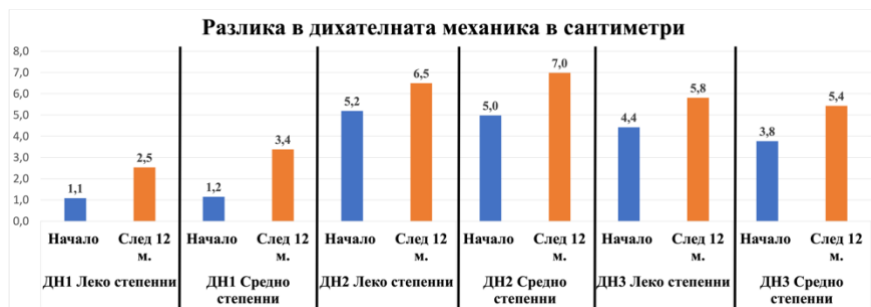


Диаграма 7. Динамика на симетрията на торса отпред (ATSI) по клинични групи и тежест на сколиозата.

Една от основните задачи на кинезитерапията при сколиоза е корекцията на визията на тялото, симетрията и естетиката. Терапевтичните упражнения включваха проприоцептивно превъзпитание, заучаване и интеграция на корекцията на торса. Данните от измерването на фронталния баланс на дигитална фотография с индексите на симетрия потвърждават положителния ефект на прилаганата от нас методика на кинезитерапия и съчетаването ѝ с ортезолечение при средно степенните сколиози (диаг. 6 и 7).

Резултати от измерване на мобилността на гръдния кош и дихателните движения

На диаграма 8 е изобразена динамиката на промените след 12 месечно проследяване. Прави впечатление, че на всички нива дишане и при двете групи има статистически достоверни разлики и подобрение по отношение на дихателната функция и движение на гръдния кош и диафрагмата. При двете групи в началото диаграгменото дишане не е било добре развито. При леките е 1.1 см. и достига 2.5 см. в края на проследяването. При средно степенните в началото е 1.2 см. и достига 3.4 см. в края на проследяването. Имаме подобрение, което е с 1.4 см. при леко степенните и 2.2 см. при средно степенните. При двете групи долното гръдно дишане е било най-развито и се подобрява в процеса на проследяване. При леките се подобрява с 1.3 см. от 5.2 см. на 6.5 см. При средно степенните се подобрява с 2 см. от 5 см. на 7 см. Горното гръдно дишане също се подобрява значително, като при леките започва от 4.4 см. и стига до 5.8 см., което е с 1.4 см. подобрение. При средните започва от 3.8 см. и достига 5.4 см., като се подобрява с 1.6 см.



Диаграма 8. Статистически данни за дихателните движения измерени на 3 нива и сравнени след 12 месечно проследяване.

Резултати от рентгенографските изследвания

Проследихме рентгенографски за 12 месеца. Измерихме степента на изкривяването с ъгъла на Cobb. Разделихме ги на две групи. Леко степенни изкривявания от 10° до 24° лекувани само със СФУС. Средни степенни изкривявания от 25° до 44° лекувани със СФУС и ортеза тип корсет. Измерихме ъгъла на ротация на върховия прешлен по метода на Raimondi. Разгледахме ги по клиничната класификация на М. Rigo.

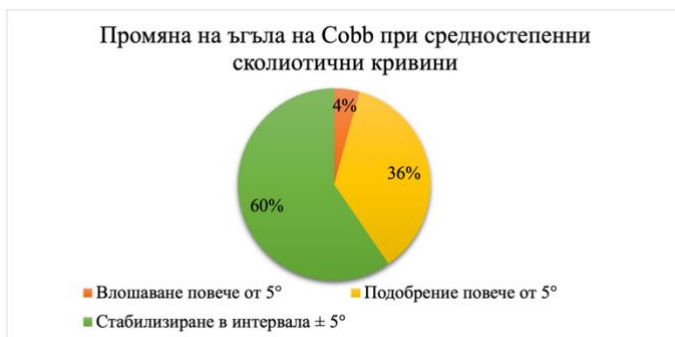
Резултати от измерването на ъгъла на Cobb

На диаграма 9 се демонстрира промяната на ъгъла на Cobb при проведеното лечение със СФУС при леко степенни сколиотични кривини. При 30.6% се отразява подобрене с повече от 5° в ъгъла на Cobb. При 58.3% се отчита стабилност на кривината в рамките на $\pm 5^\circ$ и при 11.1% имаме прогресиране на сколиозата с повече от 5°.



Диаграма 9. Разпределение на оценката на крайния резултат при леко степенни (10° - 24°) кривини.

На диаграма 10 се демонстрира промяната на ъгъла на Cobb при проведеното лечение с корсет и СФУС при средно степенни сколиотични кривини. При 36.2% се отразява подобрене с повече от 5° в ъгъла на Cobb. При 59.6% се отчита стабилност на кривината в рамките на $\pm 5^\circ$, а при 4.3% имаме прогресиране на сколиозата с повече от 5°.

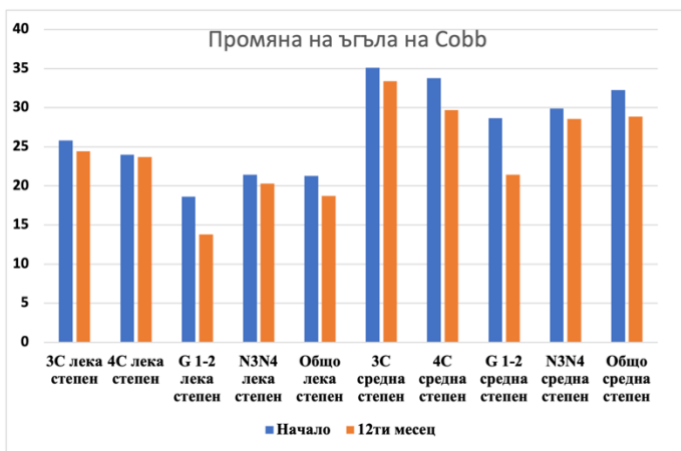


Диаграма 10. Разпределение на оценката на крайния резултат при средно степенни (25° - 44°) кривини

Общо за двете групи прогресираха 6 случая (7%), подобриха се 28 случая (34%) и стабилни в референтните стойности от $\pm 5^\circ$ останаха 49 случая (59%) (диаг. 11). Няма статистически достоверни разлики между двете групи по отношение на получените резултати.



Диаграма 11. Разпределение на оценката на крайния резултат общо при лекуваните пациенти.



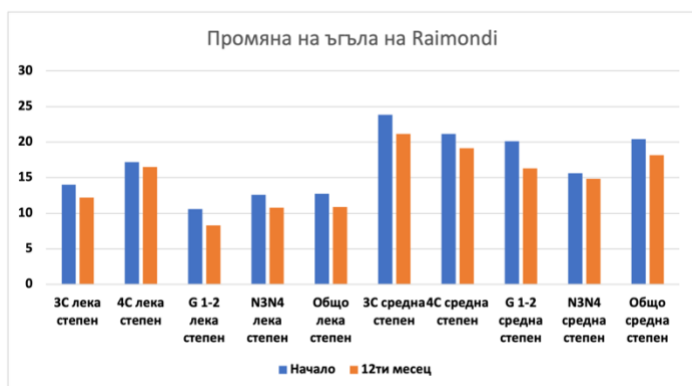
Диаграма 12. Динамика на ъгъла на Cobb по клинични групи и тежест на сколиозата.

Забелязва се тенденция, както при леко степенните, така и при средно степенните най-добри резултати са постигнати при лумбалните кривини (G 1-2). Подобрението при леките е с 4.8° от $18.6^\circ \pm 6.97$ на $13.8^\circ \pm 11.08$, а при средно степенните е с 7.3° от $28.7^\circ \pm 7.97$ на $21.4^\circ \pm 3.84$. Това ни демонстрира, че СФУС и корсетото лечение имат еднакви принципи и въздействието им на сколиотичните кривини е индентично. По-голямо подобрение се наблюдава и при лумбалната кривина на двойните сколиотични кривини (4C) на средно степенните лекувани с корсет. Кривата е намаляла с 4.1° от $33.8^\circ \pm 8.12$ на $29.7^\circ \pm 7.91$ (диаг. 12). Според нас това се дължи на по-малката деформация в лумбалния отдел. Там се видоизменят само прешлените, докато в торакалния отдел имаме деформация, както на прешлените, така и на ребрата. Това води до по-голяма асиметрия в мускулите и по-трудното им поставяне в подходяща позиция за поддържане и интеграция на корекцията.

Резултати от измерването на ъгъла на ротация на върховия прешлен по метода на Raimondi

Общо повлияването и деротирането на прешлена беше доказано статистически при всички леки сколиози с 1.8° от начална средна стойност $\pm SD$ $12.7^\circ \pm 7.3$, като след 12 месечна терапия беше $10.9^\circ \pm 8.03$. При сколиоза

със средна степен с най-голяма ротация в нашата серия бяха 3C тип. С най-лека степен на ротация са N3N4 тип. С най-добро повлияване от корсето лечението и СФУС са 3C, при които ротацията намаля с 2.7° при средна стойност $\pm SD$ от $23.9^\circ \pm 5.44$ на $21.1^\circ \pm 6.44$ и единичните лумбални сколиози (G 1-2) с деротация от 3.8° при начало от $20.1^\circ \pm 5.35$ и след 12 месеца проследяване на $16.3^\circ \pm 6.69$. Общата ротация при всички пациенти лекувани с корсет и упражнения намаля с 2.3° от $20.4^\circ \pm 7.09$ на $18.1^\circ \pm 7.1$ (диаг. 13).



Диаграма 13. Динамика на ъгъла ротация на върховия прешлен (Raimondi) по клинични групи и тежест на сколиозата.

Незадоволителни резултати

Отчетохме 6 случая на прогресиране на сколиотичната крива, общо 7%. Като 4 са при леко степенните лекувани със СФУС, което е 11% от групата и 2 при средно степенните лекувани с корсет и СФУС, което е 4% от групата. Прогресиралите леко степенни, бяха насочени към корсето лечение, а тези от средно степенните за хирургично лечение.

Незадоволителни са и резултатите получени при опита ни за подобряване на сагиталния баланс на гръбначния стълб, а именно тенденцията за хипокифоза в торакалния отдел. При леко степенните подобрихме с 2.1° от 29.2° на 31.3° . При средно степенните подобрихме с 2° от 20.9° на 22.9° , което не е достатъчно. Според нас това се дължи на торзионния феномен на предния гръбначен свръх растеж (Guo X. и съавт. 2003 г., Porter R. и съавт.

2000 г.) и трябва да се обръща повече внимание в бъдеще на сагиталния профил на гръбнака при сколиоза.

Считаме, че дифрагменото дишане въпреки подобрението, което получихме има потенциал и за по-добро повлияване и има място при подобряване на цялостната корекция на сколиотичната деформация. При леко степенните подобрихме с 1.4 см. от 1.1 см. на 2.5 см., а при средно степенните с 2.2 см. от 1.2 на 3.4 см.

ВІІ. ОБСЪЖДАНЕ

Един от най-разглежданите и коментирани параметри в световната литература е ъгъла на Cobb. Той е много важен за определянето на подхода при лечение и успеваемостта. Според нас той не трябва да се приема единствено, като доказателство за успех или неуспех. Големият брой показатели, които следим през няколко месеца ни дават информация на какво да обърнем повече внимание в съответния период. Има пациенти, на които е необходимо да се обръща повече внимание в фронтална равнина, на други в трансверзална и/или сагитална. Считаме, че подобрението на ъгъла на Cobb с повече от 5° при 34% от пациентите правили упражнения и 36% с корсето лечение и СФУС е потвърждение за ефективността на методиката. Zaborowska-Sapeta и съавт. (2011) съобщават за 48.1% от пациентите лекувани с корсет без прогресия, докато в нашата серия са 96%. (Zaborowska-Sapeta и съавт. 2011 г.) Като ограничаващ фактор отчитаме периода на проследяване, който въпреки че е с продължителност от 12 месеца е кратък за проследяване на сколиоза. Zapata и съавт. (2019) изследват 2 групи с леко степенна сколиоза (10°-25°) с проследяване за 1 година. Групата, която правят упражнения прогресират 16% с >5° Cobb (3 от 19). Групата оставена без упражнения прогресира с 50% (7 от 14).

(Zapata и съавт. 2019 г.) Нашите данни са подобни с 11% прогресирали случаи (4 от 36) за една година. Според шансовете за прогресия може да се използва формулата (Lonstein J. и съавт. 1984):

$$\text{Риск от прогресия (в \%)} = \frac{\text{Ъгъл на Cobb} - (3 \times \text{белег на Risser})}{\text{хронологична възраст}}$$

Според тази формула в групата при средно степените сколиози средната получена стойност $\pm SD$ в проценти, като вероятност от прогресия е $32.05\% \pm 7.33$, като реално прогресирали са 4%. При леко степенните средният процент $\pm SD$ за прогресия е $21\% \pm 7.5$ при прогресирали случаи 11%.

Най-изследваната и обсъждана равнина по отношение на клиниката на сколиозата е трансверзалната равнина. Използването на сколиометър и определянето на ЪРТ се използва, както при скринингови проучвания по училищата, така и при определяне напредъка при лечението. Kuri и съавт. (2015) изследват 45 пациента със сколиоза разделени в 3 групи. Клинично базирана, която си изпълнява упражненията в клиниката. Втората прави упражненията си вкъщи и контролна, която не прави упражнения. По отношение на ЪРТ при проследяване в рамките на 12 месеца, само клинично базираната група има подобрене в ротацията с 4.2° . Другите 2 групи реагират с влошаване. (Kuri и съавт. 2015 г.) При нашето изследване имаме статистическо значимо подобрене с 1.8° ($p < 0.001$) при леките и с 2.5° ($p < 0.001$) при средно тежките изкривявания. Разликата според нас се дължи на разликата от изходните нива. При средните ЪРТ в началото е $9.5^\circ \pm 4.3$, а при леките е $6.9^\circ \pm 3.3$. Резултатите ни показват повече подобрене при лумбалните кривини, независимо от тежестта на сколиозата. Това подобрене се забелязва, като рентгенологично, така и клинично. Според нас това е доказателство за деторзионна корекция, която е комплексна и е търсена от нас.

VIII. ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

Изводи:

1. Разработената и апробирана от нас методика на кинезитерапия основана на принципите на Schroth и концепцията на Rigo при деца с адолесцентна идиопатична сколиоза не противоречи на общоприетите принципи на лечение на това заболяване, описани в литература.
2. Кинезитерапията основана на принципите на Schroth и концепцията на Rigo трябва да се прилага при подходящ контингент пациенти, който да бъде разделен според тежестта на изкривяването.
3. Използваните от нас функционални изследвания и класификации в съчетание с рентгенологичните параметри, ни дава пълна характеристика на сколиотичната деформация в трите равнини.
4. Данните от изследването на клиничните параметри сочат статистически достоверно подобрение на ъгъла на ротация на торса, сагиталния баланс на гръбначния стълб и индексите на симетрия на торса, което потвърждава ефективността на приложената методика на кинезитерапия основана на принципите на Schroth и концепцията на Rigo.
5. Приложената методика на кинезитерапия основана на принципите на Schroth и концепцията на Rigo води до статистически значими подобрения при рентгенологичните параметри на ъгъла на Cobb, ъгъла на ротация на върховия прешлен по Raimondi и сходни резултати съобразно подобни проучвания на авторите по света.
6. Кинезитерапията основана на принципите на Schroth и концепцията на Rigo не може да замести корсетото лечение, но допълва неговото действие, като принципите и класификацията, която се използват са индентични.
7. Кинезитерапията основана на принципите на Schroth и концепцията на Rigo при леките и комбинацията ѝ с корсетото лечение при средните сколиотични кривини може да промени естественото протичане на заболяването.

Препоръки:

1. Следвайки ръководствата на SOSORT да се прилага кинезитерапия, когато е показана в зависимост от тежестта на сколиотичната деформация самостоятелно или в комбинация от корсето лечение.
2. Съществено значение за добрите крайни резултати е работата в интердисциплинарен екип с лекуващ ортопед, ортопедичен техник, рентгенов лаборант и при необходимост психолог.
3. Семейството да бъде добре информирано и да участва активно при домашните занимания, като мотивира, насърчава и подпомага изпълнението на програмата от специфични физиотерапевтични упражнения за сколиоза.
4. Отговорно и задълбочено планиране на терапията във времето и даване на реалистични очаквания на пациентите и техните семейства за протичането ѝ.
5. Създадената от нас методика съобразена с принципите на К. Schroth и концепцията на М. Rigo трябва да се прилага според възможностите на терапевтичния екип, съобразно необходимостта на пациентите да посещават планираните занимания и всекидневната работа в къщи.
6. Познавайки се на нашия опит, считаме че по-широкото прилагане на тази методика, би увеличило добрите резултати като цяло при лекуването на адолесцентната идиопатична сколиоза.

IX. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въвеждането на специфичните упражнения за сколиоза следвайки принципите на K. Schroth и концепцията на M. Rigo, беше съобразена с условията и възможностите в България. Упражненията бяха модифицирани за изпълнение в домашни условия без необходимостта от използване на гимнастическа стена. Едноседмичното обучение, домашното изпълнение на упражненията и седмичните групови занимания дадоха добри резултати подобни на повече или по-малко интензивни изследвани програми по света. Доброто планиране на упражненията включва познаване на натовареността на юношите в училище, ползване на ваканционните периоди за повече работа и съчетаване на упражненията външ с училищната дейност.

В настоящия труд ние не претендираме за максимална изчерпателност. За част от поставените проблеми и в световен мащаб за сега няма отговор. При нововъведените от нас методи липсва проследяване в дългосрочен план. Пациентите, при който прилагаме кинезитерапията, не са завършили растежа си и са все още в рисковата възраст за прогресиране.

ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

С оригинален характер

1. Въведена е собствена методика, следвайки принципите на Schroth и концепцията на Rigo, при консервативното лечение на идиопатичната адолесцентна сколиоза с много добри практически резултати.
2. Описана е подробно иновативна техника за разширяване на конкавните деформирани участъци от торса с помощта на дихателната механика и прилежащата мускулатура.

С научно-приложен и потвърдителен характер:

3. За първи път в страната е направено проследяване на голям, статистически достоверен контингент от деца с адолесцентна сколиоза, лекувани консервативно от един и същ екип по стандартизиран протокол и индикации.
4. Въведени са ценни за практиката протоколи за терапевтични упражнения в зависимост от типа на сколиотичната деформация според класификацията на Rigo.
5. Въведена е подробно описана оригинална съвременна класификация и алгоритъм за леки и средно тежки изкривявания, подходяща както за избора на коригиращи упражнения, така и за определяне дизайна на корсета.
6. За първи път в страната са представени на български език съвременни методи за оценка на заболяването и практически е потвърдена високата им информативност при проследяване на лечението.

СПИСЪК С НАУЧНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

ПУБЛИКАЦИИ:

- 1. Чонгов Б, Димитрова Е.** Методика на Schroth при идиопатична сколиоза. Спорт & наука. 2016. 5-6, 71-81.
- 2. Б. Чонгов Б, Яблански В, Джеров А.** ApiFix комбинирана мини-инвазивна хирургия и физиотерапия при лечението на адолесцентна идиопатична сколиоза – начален опит в България. Медицина и спорт 2018. 3-4, 30-33.
- 3. Чонгов Б, Ангелов В.** Нови методи (Schroth, SEAS, ApiFix) при лечението на адолесцентна идиопатична сколиоза. Практическа педиатрия 2019. 3, 16-19.

УЧАСТИЯ В НАУЧНИ ФОРУМИ:

- 1. Chongov B, Alexiev V, Dimitrova E, Jelacic M, Kalinov K.** Correlation between scoliosis deformity type and trunk symmetry before and after one week physiotherapeutic scoliosis specific exercises. The international conference of the society on scoliosis orthopedic and rehabilitation treatment, book of abstract 2017. Lyon, 140-141.

**NATIONAL SPORTS ACADEMY “VASIL LEVSKI”
DEPARTMENT OF THEORY AND METHODOLOGY OF
KINESITHERAPY**



Borislav Ivanov Chongov

**PHYSIOTHERAPY ACCORDING TO SCHROTH METHOD
IN IDIOPATHIC SCOLIOSIS**

AUTHOR’S ABSTRACT

for award of educational and scientific degree

“Doctor”

Supervisor:

Prof. Evgeniya Dimitrova, Ph.D.

Sofia, 2021

**NATIONAL SPORTS ACADEMY “VASIL LEVSKI”
DEPARTMENT OF THEORY AND METHODOLOGY OF
KINESITHERAPY**

Borislav Ivanov Chongov

**PHYSIOTHERAPY ACCORDING TO SCHROTH METHOD
IN IDIOPATHIC SCOLIOSIS**

AUTHOR’S ABSTRACT

of dissertation for awarding the educational and scientific degree "Doctor" in the
field of higher education 7. Health and sports,
professional field 7.4. "Public Health",
Scientific Speciality “Physiotherapy”

SUPERVISOR:

Prof. Evgeniya Dimitrova, Ph.D.

SCIENTIFIC JURY:

Prof. Nikolay Popov, Ph.D.- chairman
Assoc. Prof. Dr. Konstantin Uzunov, MD - reviewer
Assoc. Prof. Lyubomira Najdenova Sazdova, Ph.D. - reviewer
Prof. Dr. Andrey Jotov, MD
Assoc. Prof. Dr. Venelin Aleksiev, MD

Sofia, 2021

The dissertation contains 184 pages. Illustrated with 26 tables, 14 diagrams, 96 figures and 6 appendices. The bibliography includes 234 literature sources, 38 of them in Cyrillic and 196 in Latin.

The official defense of the dissertation will take place on 23 of March, 2021, 2:00 pm in Hall 502 of the National Sports Academy "Vassil Levski", 1 Gurguliat Str., Sofia, at a meeting of the scientific jury

Resources of the dissertation defense are published on the website of NSA "Vasil Levski" – www.nsa.bg and they are available at the library of NSA "Vasil Levski".

Table of Contents

I. INTRODUCTION	5
II. SUMMARY OF LITERATURE REVIEW	7
III. WORKING HYPOTHESIS	8
IV. PURPOSE AND TASKS OF THE DOCTORAL THESIS	9
V. MATERIAL AND METHODS	10
V.1. CHARACTERISTICS OF THE CONTINGENT	11
V.2. METHODOLOGY OF EXAMINATION	13
V.3. OWN METHODOLOGY OF PHYSIOTHERAPY	16
VI. RESULTS	25
VII. DISCUSSION	35
VIII. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	37
IX. CONCLUSION.....	39
CONTRIBUTIONS OF THE DOCTORAL THESIS	40
SCIENTIFIC PUBLICATIONS IN RELATION TO THE DISSERTATION ...	41

Abbreviations used

3C	3 curvature scoliosis
4C	4 curvature scoliosis
AIS	Adolescent idiopathic scoliosis
ATR	Angle of trunk rotation
ATSI	Anterior Trunk Symmetry Index
G 1-2	Group 1-2 curvature scoliosis
PC	Pelvic correction
N3N4	non 3 non 4 curvature scoliosis
POTSI	Posterior Trunk Symmetry Index
PSSE	Physiotherapeutic scoliosis specific exercises
SOSORT	International Scientific Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment

Note: The numbers of the tables, figures and sections in the abstract do not correspond to the same in the dissertation.

I. INTRODUCTION

“The treatment of scoliosis has become a constant lesson in humility that requires us all to work together.”

Manuel Rigo

Adolescent idiopathic scoliosis is a complex three-dimensional torsional deformity of the spine and trunk that occurs in children in good general health, which can progress in connection with many factors during each rapid period of growth in development. (Dimitrova E. 1991, Rigo M. et al. 2010) Scoliosis has been described since Hippocrates (500 BC). Its clinical manifestations are the subject of a wide range of disciplines - biomechanics, epidemiology, physiology, physical therapy, orthopedics, internal medicine, psychology and others.

The evolution of the spine goes through various stages to reach its human morphology. Frequent diseases and anomalies of the spine require its precise study and the creation of newer methods for research, treatment and rehabilitation. Increased attention to the study of scoliosis is necessary due to the growing number of spinal deformities in recent years among students. (Dimitrova E. et al. 2013, Langova et al. 2000, Popova-Dobreva D. et al. 2008, Grivas TB et al. 2002, Lonstein J et al. 1982, Wong H et al. 2005)

Spinal deformities are widespread and pose a serious medical and social problem, which is why early diagnosis and early treatment can prevent severe spinal deformities. Due to the inconspicuous onset, slow and painless course, the low severity of clinical symptoms in children with improper posture leads to late diagnosis and treatment. (Popova-Dobreva D. et al. 2008) The prevalence of scoliosis is between 1% and 12% (Tanchev P. et al. 2000) in screening studies, most often between 2-3%. (Negrini S. et al. 2018)

Progression of the disease can be prevented by early diagnosis by performing screening studies in schools. The most appropriate age at which they should be held is from 8 to 15 years. (Negrini S. et al. 2018) It can be done by well-trained physiotherapists in communication with medical specialists. The diagnosis is made by an orthopedist specializing in spinal deformities. Confirmed by radiography, measuring the Cobb angle, which should be $\geq 10^\circ$. (Negrini S. et al. 2012, 2018) Upon completion of bone growth in distortions that go beyond the "critical threshold" adopted by most authors between 30° and 50° Cobb angle, (Weinstein SL. et al. 2003) there is a higher risk of health problems

in old age such as: reduced quality of life, visible cosmetic deformity, pain and progressive functional limitations. (*Lonstein J. et al. 1984, Negrini S. et al. 2012*)

From the point of view of the medico-social problem of scoliosis, the treatment can be conservative, including physiotherapy and / or orthotic (brace) or surgical treatment. To a large extent, the choice of treatment depends on the conduct of screening studies. According to scientific data in Oakland (United States) conservative treatment costs an average of \$ 4 748, while operational is 35 510 \$. Conducting screening studies cost \$ 7.39 per child, which would reduce by 81% the need for surgical treatment. When these statistics are applied throughout the United States, equivalent screening program would cost 90.9 million dollars a year. Treatment for scoliosis without screening is estimated at \$ 95.4 million per year as a direct cost. This estimate does not include loss of income, welfare, social programs and other direct and indirect medical expenses that may arise during surgery. (*Roubal PJ. et al. 1999*)

We accept that the development of spinal deformities is a serious medical and social problem. Prevention of progression in angular deformities is leading in early diagnosis and early treatment.

II. SUMMARY OF LITERATURE REVIEW

1. Causes of scoliosis are not yet clarified. It is considered to be a polyetiologiological idiopathic disease. There are a number of complementary theories about the course of the disease. (*Burwell R. 200, Guo X. et al. 200, Nikolova S. et al. 2012, Porter R. et al. 2000*) Idiopathic scoliosis has the potential to progress with the growth and development of the skeleton and musculoskeletal system. (*Asher M. et al. 2006, Bagnall K. 2008, Bunnell W. 1986., Burwell R. et al. 2009*)
2. The general understanding of the treatment of scoliosis is defined as multidisciplinary. Covers tracking and monitoring by a physician orthopedic, physiotherapy, treatment with orthoses (in Bulgaria use the term "brace treatment"), operative orthopedic treatment, psychological support and commitment of the family. (*Negrini S. et al. 2006, 2008, 2012, 2018*)
3. There are many available classification systems, based on the Cobb angle as well as other criteria. For disease scoliosis is defined limit of 10° of Cobb angle. Between 10° and 25° it is conventionally assumed that specific physiotherapeutic exercises for scoliosis (PSSE) are appropriate. From 20° to 40° of Cobb angle it is accepted to treat the combination with a corset and PSSE. Above 50° of Cobb angle, the most appropriate treatment is surgery. (*Negrini S. et al. 2006, 2008, 2012, 2018*)
4. In terms of physiotherapy there are conflicting beliefs about its impact. Specific physiotherapy exercises for scoliosis (PSSE) introduced as a term of SOSORT in 2005 and showed great development in methodological and scientific plan. Similarly is the development of brace treatment. (*Dimitrova E. 1991, Filkova S. et al. 2017, Chernogorova S. 1994, Bettany-Saltikov J. et al. 2014, Dimeglio A. 2001, Negrini S. et al. 2018*)
5. Methods based on the findings of Katharina Schroth, corresponding to the three-dimensional (3D) nature of scoliosis undergo development 3 generations of researchers. The method leads to the improvement of the aesthetics of the body, the vital capacity, the musculature and the symmetry of the body. (*Berdishevsky H. et al. 2016, Lehnert-Schroth C. 2000, Rigo M. et al 2008, Weiss H. 1992*)
6. Evidence have been found of reduced risk of progression in patients performing exercises based on the principles of Schroth. The progression of the curves by more than 5° of Cobb angle ranges from 2.8% to 19%. In

comparison with a natural ongoing disease in untreated patients, scoliosis progresses from 40% to 58%. (*Chongov B. et al. 2016, Kuru T. et al. 2016, Min-Jae K. et al. 2017, Park J. et al. 2018, Schreiber S. et al. 2016*)

III. WORKING HYPOTHESIS

Proceeding from the importance of the problem with non-operative treatment of adolescent idiopathic scoliosis, and based on research literature and our experience in this field, formulated the following **working hypothesis**:

The creation of **a comprehensive, scientifically specialized physiotherapeutic methodology based on the principles of K. Schroth and the concept of M. Rigo** and its application as part of the overall treatment plan for adolescent idiopathic scoliosis would lead to the cessation of progression and the maximum possible correction of the deformity.

IV. PURPOSE AND TASKS OF THE DOCTORAL THESIS

The purpose of the doctoral thesis is the development, implementation and study of the effect of the application of physiotherapy methodology based on the K. Schroth's principles and M. Rigo's concept in adolescent idiopathic scoliosis.

To achieve this purpose we have defined the following tasks:

1. To make a critical analysis of the literature on the application of the Schroth's method and principles in idiopathic scoliosis.
2. To specify the indications for physiotherapeutic treatment in adolescent idiopathic scoliosis and to select an appropriate contingent for examination.
3. To develop a methodology for functional examination of this contingent of patients.
4. To develop own methodology of physiotherapy, based on the principles of K. Schroth and the concept of M. Rigo, adapted to the conditions in Bulgaria.
5. To apply the methodology in a statistically significant contingent of patients with idiopathic scoliosis.
6. To determine the place of orthotic treatment and its combination with the methodology of physiotherapy.
7. To analyze the obtained results regarding the changes in the shape and functional possibilities of the scoliotic deformation under the influence of the applied physiotherapy.
8. To formulate conclusions and recommendations for the practice.

V. MATERIAL AND METHODS

The study was conducted for the period 2014 – 2018 at the medical center "Ortomed", part of the University Specialized Hospital for Active Treatment in Orthopedics (USBALO) "Prof. B. Boychev", Gorna Banya, Sofia. A total of 83 patients with a diagnosis by orthopedist - adolescent idiopathic scoliosis, were examined and followed up within 1 year.

Inclusion criteria from the sample:

- children diagnosed with adolescent idiopathic scoliosis and a Cobb angle greater than 10° and less than 45°;
- minimum age - 10 years old;
- maximum age before completion of bone maturity;
- children from families agree to cooperate in treatment;
- opportunity to visit the training physiotherapeutic team.

Exclusion criteria from the sample:

- accompanying health problems that would terminate the healing process;
- scoliosis with neurologic and / or other primary etiology;
- children under 10 years of age;
- children who have already completed their bone growth.

During the study were excluded children:

- visited elsewhere for similar therapies or other treatments.
- have not participated actively throughout the program period.
- indicated for surgery on the recommendation of orthopedics.

V.1. CHARACTERISTICS OF THE CONTINGENT

Patients were divided into two groups depending on the size of their main scoliotic curvature and type of treatment: The first group with low scoliosis have been treated only with specific physiotherapy exercises for scoliosis (PSSE). It included 36 of the cases.

The second group had moderate scoliosis treated with PSSE and brace treatment. It consists of 47 cases (Table 1).

Table 1. Characteristics of the contingent according to the type of involvement and treatment.

Diagnosis of adolescent idiopathic scoliosis	Number of children / Percentage
Low	36 (43%)
Moderate	47 (57%)
Total	83 (100%)

The sample is dominated by children with moderate scoliosis - 47 or 57% and less with low scoliosis - 36 or 43% of the sample (Diagram 1).

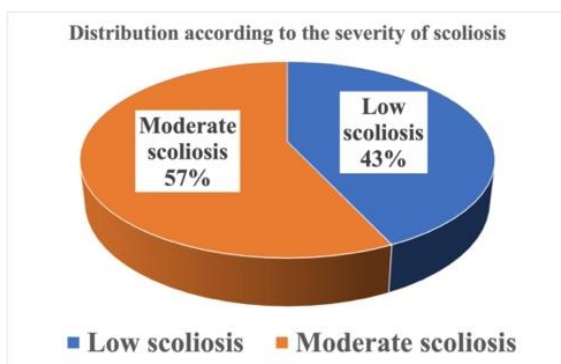
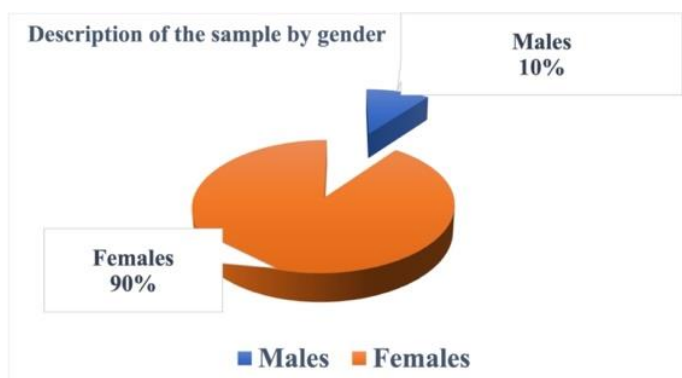


Diagram 1. Distribution of the contingent, according to the type of involvement and treatment.

The ratio between females and males is 9.4: 1, which is nearly twice as much in favor of females compared with publications in world literature 2.8-5.4:1 (Table 2) (Diagram 2).

Table 2. Description of the sample by gender.

Indicator		Number of children	Percentage
Gender	Females	75	90.4
	Males	8	9.6
	Total	83	100

**Diagram 2.** Description of the sample by gender. (%).

The average age \pm SD of the sample at the start of treatment was 13.12 ± 1.7 years. In low cases it was 13.6 ± 1.98 years, while in moderate was 12.8 ± 1.37 years. (Table 3).

Table 3. Description of the sample by age of initiation of treatment.

Age	Average value	Standard deviation
Low	13.6	1.98
Moderate	12.8	1.37
Total	13.12	1.7

V.2. METHODOLOGY OF EXAMINATION

To objectify the functional state of patients in terms of the effectiveness of kinesitherapy/physiotherapy treatment, we used the following subjective and objective methods and tests for research. A detailed record was created in which all indicators and evaluation methods were entered.

Anamnesis

The study of patients begins with a brief anamnesis involving the child and his parents.

Determining the type of curvature according to the classification of Schroth, modified by Manuel Rigo

Rigo's classification is based on clinical indicators, using radiological indicators that complement it and help to more accurately determine the type of curvature. It helps us to use more precisely the principles of correction and achieve optimal results. It serves for organizing the physiotherapeutic specific exercises for scoliosis as well as for making braces, who comply with the type of curvature and accurately determine the direction and strength of pressure.

Measuring height from standing and sitting position

We measured the growth of patients in standing position in a standard approach. Placed the patient's body on a wall with his back. Placed the heels, pelvis and head touching the wall. Measured with a height meter mounted on the wall. We report the results in centimeters and millimeters. We measured the height of the patients from sitting position by placing a chair without a backrest close to the wall. The patient sits and rests his pelvis and head against the wall. Measured with a height meter mounted on the wall. We report the results in centimeters and millimeters.

Clinical measurements of 3D trunk deformities

Measurement of the angle of sagittal curves (kyphosis and lordosis) with an inclinometer

We place the patient standing in his normal position. It should not be too relaxed or stressed. We use an inclinometer or scoliometer. Measurement it perform on 3 places of the trunk, taking into account the degree of inclination of the respective section to the horizontal plane.

Measurement of the angle of trunk rotation (ATR) with scoliometer

Angle of trunk rotation was determined using a Bunnell scoliometer (1984) in the William Adams test. (*Adams W. 1882, Bunnell W. 1984*) It is still debated whether the scoliometer should be used to measure ATR when standing with the trunk tilted forward (Adams test) or from the seat and with the trunk tilted forward. Burwell et al. (1988) found that leaning forward from a standing position gives the best estimate of rotation, while Grivas et al. (2006) recommend a forward tilt from a sitting position that better correlates with spinal deformity. (*Tasheva R. et al. 2013, Burwell RG. et al. 1988*) We used the Grivas modification to avoid errors from different lengths of the two lower limbs, which would lead to pre-rotation of the pelvis and subsequent compensation in the trunk rotation.

Measurement the indices of symmetry in the front and back of the trunk using digital photography

To measure the indices of symmetry, front and back images of the patient's body are taken. A decor is made, which is placed on the wall so that the contours of the body are clearly visible in a photo. The decor should be composed of intersecting lines perpendicularly, which form a lattice. Patients are instructed to stand naturally at a distance of about 50 cm from the wall. The camera is calibrated by matching its horizontal and vertical lines to those of the grid. The hair in girls is fixed high so that there is visibility on the neck. Markers are placed on processus spinosus of the 7th cervical vertebra; of the inter-gluteal fold; and in the middle of the jugular fossa.

Measurement mobility of the chest and respiratory movements

To measure the mobility of respiratory function, we modified the Hirz tests. (*Tasheva R. et al. 2013*) We performed the test from a standing position. Measurements made on three levels using a tape measure. The meter is placed in the transverse plane, close fitting to the body of the patient. The patient performs 2-3 full inhalations and exhalations, whereby he is instructed to expand as much as possible the place where the tape meter is placed. In full inhalation must keep at least two seconds as well as in full exhalation. Record the maximum value reached on inhalation and the minimum value on exhalation.

X-ray examination of a patient with scoliosis

All radiographic parameters in our study are described by an orthopedic doctor. In terms of physiotherapy and organizing optimal corrective exercises we use X-ray examination in order to be better informed and make the right decisions. The aim of each physiotherapist working in the field of spinal deformities should be to describe the deformations without radiography and to use it only to confirm the clinical assessment.

Statistical processing methods

The statistical methods for data presentation and analysis are:

- Descriptive. For parameters measured in non-metric scales are reported: absolute (number) and relative (%) frequency. For parameters measured in metric scales are given: number of cases, the arithmetic mean and standard deviation.
- Hypothesis testing. The basic model used is ANCOVA (analysis of covariance) which includes as factors and covariants the following parameters: baseline result, condition severity and group. Additionally, where possible, the Student's test for two related groups is used. (*Kalinov K. 2013*)

V.3. OWN METHODOLOGY OF PHYSIOTHERAPY

Purpose of the applied physiotherapy

The aim of physiotherapy was stopping the progression and maximum possible correction of scoliosis.

Tasks of physiotherapy

1. Representation of the treatment plan to the patient and the parents.
2. Determining the type of deformity and acquainting the patient and parents with the details of the specific deformity.
3. Training in different patterns of breathing in connection with the deformity.
4. Myofascial relaxation of the tissues from the concave side of the scoliosis and supporting the expansion.
5. Strengthening the muscles responsible for the correction.
6. Proprioceptive re-education, learning and integration of trunk correction.
7. Active Self-Correction (ASC) training.
8. Training of parents in assistance with independent homework.
9. Psycho-emotional support and motivation in the process of treatment of the patient and parents.

Methodology for corrective exercises based on the principles of K. Schroth and the concept of M. Rigo

In order to be able to perform corrective exercises detailed and clear, must be taken into account the principles described by K. Schroth and supplemented by M. Rigo. Their aim is to achieve a comprehensive, effective active self-correction of all curves in all their planes. Achieving the best correction of the spine and trunk should be without compensation from adjacent areas of the body. It should look harmonious and balanced. Self-correction should be maintained by an appropriate and efficient support system proportional to the synchronized action of the muscles of the trunk and the control of the internal volumes (visceral component). Excessive action on an elongated or shortened muscle, leading to inclinations in the sagittal, frontal plane or trunk rotations, should be

avoided. This will lead to proximal or caudal compensation, imbalance or fatigue.

The description of the methodology follows **4 basic principles**.

They in turn are complemented and clarified by **3 specific principles** that follow **predefined correction strategies**, depending on the type of distortion, following the Rigo classification.

Basic principles of correction

I basic principle

Three-dimensional stable postural correction

The postural correction of scoliosis in 3D corrected pelvis and head must be achieved:

- active axial pull along the longitudinal axis of the spine;
- medialization (moving the spine to the imaginary centerline of the body - from convex to concave or from concave to the centerline in the frontal plane);
- derotation in the transverse plane (rib hump to ventral, concavity on the concave side in the dorsal direction);
- correction of the sagittal profile in the sagittal plane.

II basic principle

Expansion technique

We use the movements in the direction of expansion to contribute to a full correction in the three planes. The aim is to achieve the best possible and corrected three-dimensional shape of the trunk. Expansion techniques follow the first basic principle of correction and predefined strategies for three-dimensional postural correction. Retained the adjustment achieved by moving and supplemented with the techniques for controlling the internal volume of the body. Inhalation expand the concave areas of the trunk. When exhaling, the aim is to maintain the expansion of the concave areas and to reduce the volume of the convex areas of the trunk.

The expansion is performed in all planes. For the names of the directions of expansion we use the axes along which the expansion occurs:

When the expansion is in the lateral or medial direction, it is called "*transversal expansion*" and is performed along **the transversal axis**.

Dorsal and ventral expansion is performed along **the sagittal axis** and is called "*sagittal expansion*."

The upward or downward expansion in the vertical direction is called "*axial expansion*" and takes place along **the axial axis** (Fig. 1).

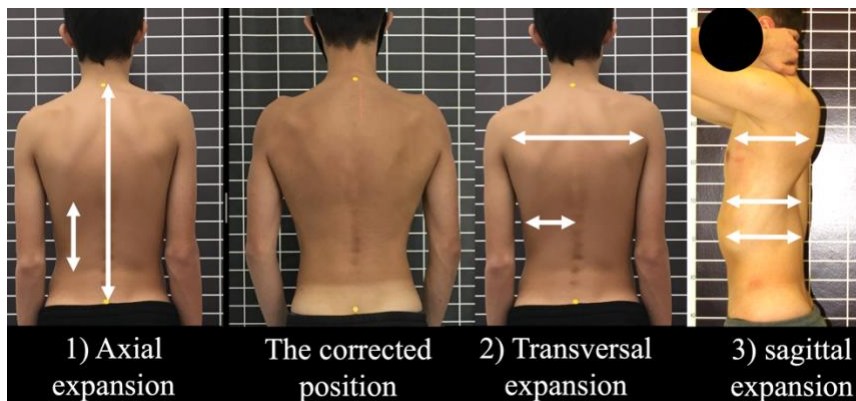


Figure 1. Terminology for describing the expansion techniques using the axes of the human body: 1) axial expansion 2) transversal expansion; 3) sagittal expansion. In *the corrected position* is shown a patient with a view in the frontal plane with axial and transverse expansion.

III basic principle

Muscle activation

Through muscle activation, we try to maintain the corrected three-dimensional extended position of the body with the help of isometric muscle contractions. The aim is to achieve isometric contraction of as many muscles of the trunk as possible in the maximum possible 3D correction. In this way we will get a concentric isometric contraction of the elongated muscles and an eccentric isometric contraction of the shortened muscles. When using external additional devices, additional muscle activation is created by applying pressure. The whole concept is called expansion-tension-pressure. The term was introduced by M. Rigo. With this principle we aim to create the maximum amount of afferent proprioceptive signals and to train the brain in a sense of correction.

IV basic principle

Integration of the correction

Placed finally, as a principle of integrating the correction starts from the very beginning, even at postural correction of the body in the first basic principle.

Continuing with the technique of expansion and muscle activation. Upon completion of the specific exercises, various tasks are given to perform movements that must be performed freely, with the best possible correction in calm and balanced breathing.

Specific principles of correction

Specific principles support the basic ones. Performed in combination to achieve the 3D correction. Numbering is not directly dependent on their application. Can be applied in a different order, depending on the achievement of the desired correction.

I Specific principle of correction

Self-elongation with three-dimensionally corrected and stable pelvic region

The principle is based on the correction of curvatures when pulling the spine lengthwise. Defined as an axial component of the 3D expansion technique. There is a caudal traction component consisting of a 3D aligned and stable pelvis and a cranial traction component with a 3D aligned and stable head. It is used in all clinical types. Maintained throughout the exercises. Allows easy and accessible movement of body parts. The difficulty comes from the gravity that must be overcome to achieve and maintain the pull. For its part gravitational forces give us a sense of the direction in which we must maintain the correction.

II Specific principle of correction

Asymmetrical sagittal straightening

Upon close observation of patients with scoliosis observe that the two halves of their bodies rearranged asymmetrical. In a single right convex thoracic scoliosis, the chest protrudes from the right side and sags from the left side. Right shoulder goes in the ventral direction and the left in the dorsal. From the right, the pelvic and lumbar regions move ventrally, while from the left they move dorsally. This is an *asymmetrical sagittal straightening* that makes the body look opposite in its two profiles (Fig. 2). It consists of moving (left or right) side of the body backwards or forwards (sagittal plane) in combination with the self-elongation while doing the opposite on the other side of the body (asymmetrically). Thus creates pairs of forces for derotation in the transverse (transversal) plane.

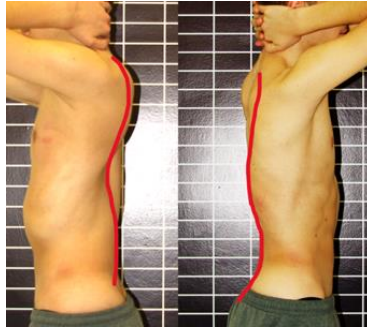


Figure 2. Difference on both sides of the body, viewed from the left and right profile of the same patient with scoliosis. Explains how the second specific principle of correction works: asymmetrical sagittal straightening.

III Specific principle of correction

Frontal plane alignment

Alignment of the body in the frontal plane is achieved by creating force vectors acting to correct the various sectors (blocks).

For **3C** clinical types, 3-rd and 5-th pelvic correction is performed (look at predefined correction strategies described below). In combination with the self-elongation, a diagonal traction line is obtained, which represents two force vectors in the corrective direction to the lumbo-pelvic region and the main thoracic region. In the proximal thoracic region, a force vector is created as a predetermined corrective strategy for muscle activation, called shoulder opposite traction from the “T-prom side”. The cervical region and head are placed in a corrected and aligned position.

For **N3N4**, only self-elongation and frontal expansion from the "weak side" using force vectors in the main thoracic region is performed.

For **4C**, the 3rd pelvic correction is performed in combination with self-elongation and balancing of the body, relative to the lumbar / thoracolumbar region. Performing correction in the frontal plane between the pelvis and lumbar / thoracolumbar region. A predetermined corrective strategy is used for muscle activation called shoulder opposite traction to the "weak side", which activates the main thoracic region relative to the lumbar. The opposite shoulder traction from the “T-prom side” for the proximal thoracic region is also applied.

G 1-2 performs as in **4C**.

Pre-Defined Strategies of Correction

These strategies support the basic and specific principles of correction. They are directly dependent on clinical types.

Pelvic corrections

Pelvic corrections are a total of five. Each of them is a predetermined strategy for correction. Not always follow a certain sequence. Used as commands to place the pelvis in a neutral and stable position (Fig. 3).

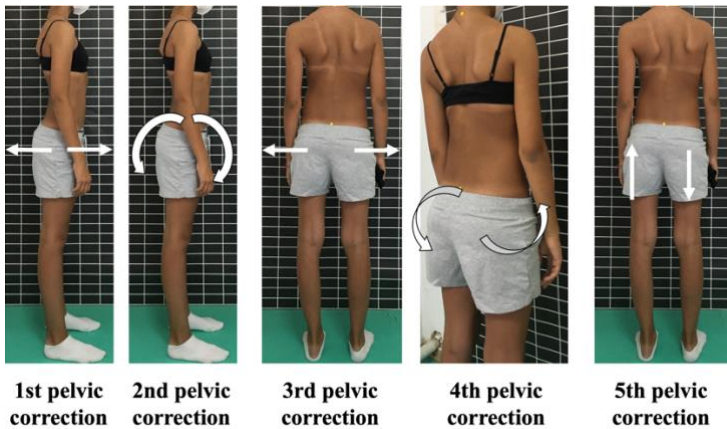


Figure 3. Pelvic corrections.

Diagonal traction line

Predefined strategy for correction in the frontal plane exclusively **3C** clinical type. It refers to the third specific principle of correction "alignment in the frontal plane." Obtained as a result of third pelvic correction and self-elongation. This moves the thoracic block to the correct position. The more we adjust with the 3-rd pelvic correction and elongate, the more we will adjust the overall balance. Depending on how much the spine can be adjusted without making compensation. The upper point of the diagonal must follow the self elongation. The lower point of the diagonal follows the 5-th pelvic correction (Fig. 4).

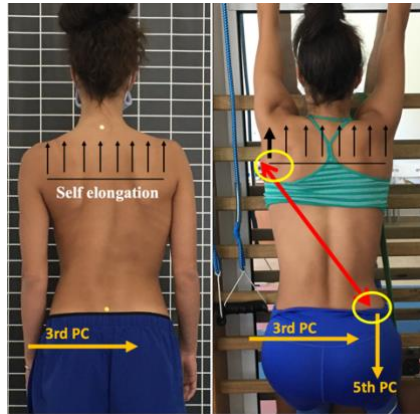


Figure 4. Diagonal traction line.

Shoulder counter traction on the "T-prom side"

Predefined strategy for muscle activation. Performed in the frontal plane. It belongs to the 3-rd specific principle of correction. It consists of an isometric tension with a lateral direction in the area of the shoulder from the "T-prom side" at the scapula in its best physiological position. The transverse extension of the shoulder block continues. Counteracts in order to maintain the thoracic block in the correct position, which is achieved by the 3-rd pelvic correction and in combination with the self-elongation of the trunk. The thoracic block should not lose its position. It must remain stable and not follow the direction of the shoulder block. Used for all clinical types of group 2 (Fig. 5).

Shoulder counter traction on the "weak side"

Predefined strategy for muscle activation. Performed in the frontal plane. It belongs to the 3-rd specific principle of correction. It consists of an isometric tension with a lateral and cranial direction in the area of the shoulder from the "weak side" at the scapula in its best physiological position. The transverse extension of the shoulder block continues. Counteracts in order to maintain the lumbar/thoracolumbar block in the correct position, which is achieved by the 3-rd pelvic correction and in combination with the self-elongation of the trunk. The lumbar block should not lose its position. It must remain stable and not follow the direction of the shoulder block. Traction of the shoulder from the "weak side" leads to correction of the thoracic block in clinical types 4C and G 1-2. Used only with them (Fig. 5).

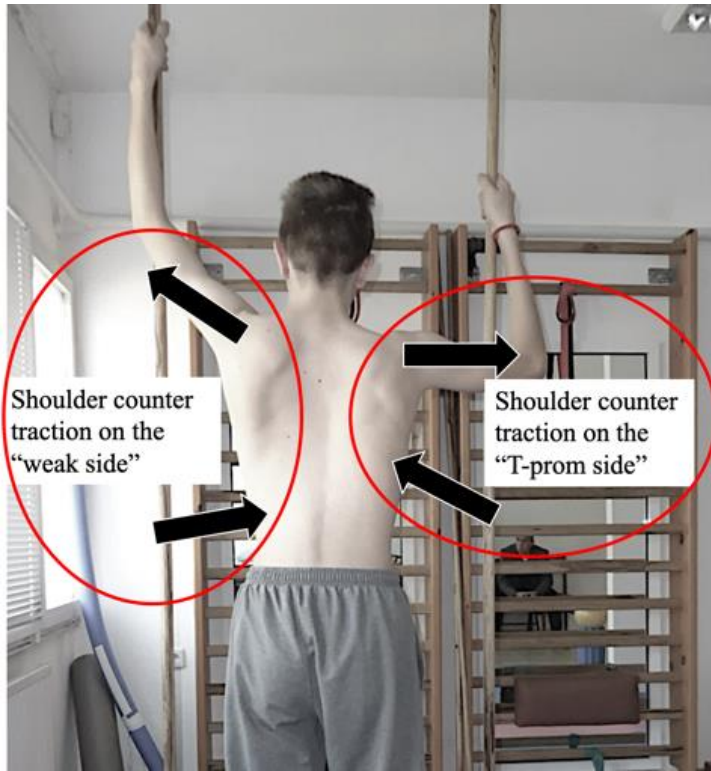


Figure 5. Shoulder counter traction on the "T-prom side" and shoulder counter traction on the "weak side".

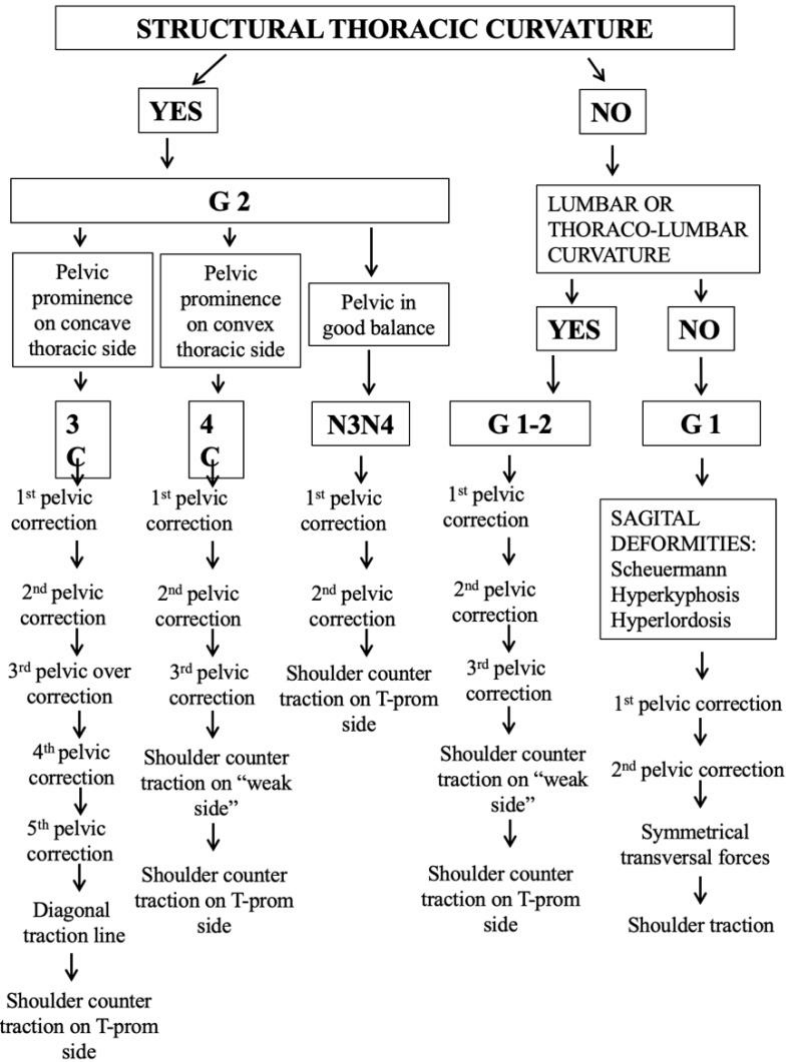


Figure 6. Algorithm for therapeutic effect and application of predefined correction strategies depending on the type of curve according to the Rigo classification.

VI. RESULTS

Anamnesis results

Table 4 shows data on the presence of menarche or pubarche in patients with scoliosis before starting treatment. In low scoliosis, which have a higher risk of progression are 39.1%, while in moderate scoliosis are 51.1%.

Table 4. Distribution according to the onset of menarche and pubarche.

Menarche/ Pubarche	LOW		MODERATE	
	N	%	N	%
YES	23	63,9	23	48,9
NO	13	39,1	24	51,1
TOTAL	36	100	47	100

Distribution according to the sport that patients practice can be seen in Table 5.

Table 5. Distribution according to the occurrence of the sport that the child practices before starting the therapy.

Type of sport	LOW		MODERATE	
	N	%	N	%
Swimming	5	14	8	17
Folk dances	8	22	11	24
Latin and modern dances	9	25	9	19
Athletics	1	3	3	6
Rhythmic gymnastics	6	17	7	15
Synchronised swimming	0	0	1	2
Ballet	2	5	3	6
No sport	5	14	5	11
TOTAL	36	100	47	100

We noticed that the sports that are mainly practiced by children are swimming, Latin and modern dances, folk dances and rhythmic gymnastics. In our opinion, this is due to the fact that the majority of the contingent are female. At this stage we do not find a connection between the sport they practice and the development of scoliosis.

Results of measuring height from standing and sitting positions

In patients with low curves, height increased by 2.4 cm in 12 months at mean values at baseline \pm SD 161.9 ± 8.42 cm to 164.3 ± 7.9 cm. In patients with moderate curves, growth increased by 3.4 cm in 12 months at mean values at baseline \pm SD 161.5 ± 9.7 cm to 164.9 ± 8.09 cm. The height of the trunk from a sitting position in low curves increased by 1.9 cm and by 2.4 cm in moderate ones. There were no statistically significant differences in standing and sitting height between the two groups, both at the beginning and at the end of the follow-up. It is noteworthy that in the low degrees with an initial height of 161.9 cm, the height in the sitting position is 83.9 cm, and in the moderate degree in the beginning it is 161.5 cm, the height in the sitting position is 82.9 cm. This we believe is due to the greater curvature that makes trunk lower (Diagrams 3 and 4).

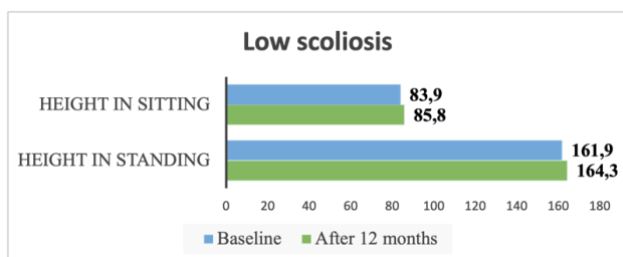


Diagram 3. Difference in height from standing and sitting position in patients with low scoliosis over a period of 12 months.

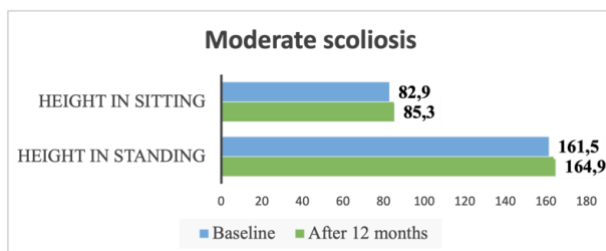


Diagram 4. Difference in height from standing and sitting position in patients with moderate scoliosis over a period of 12 months.

Results of clinical measurements of 3D trunk deformities

Results from the measurement of the sagittal profile of the spine with an inclinometer

We measured the size of the thoracic kyphosis and lumbar lordosis at the beginning and after 12 months of follow-up. We found a statistically significant difference ($p < 0.001$) in the initial values of kyphosis. In low curve cases it was with 8.3° greater than in moderate ones. Mean \pm SD values at low curves were initially $29.2^\circ \pm 9.17$, increasing by 2.1° after follow-up $31.3^\circ \pm 7.01$. Mean values \pm SD in moderate curves at the beginning were $20.9^\circ \pm 10.86$, increasing by 2° after follow-up to $22.9^\circ \pm 7.86$. We also reported statistically significant differences at the end of the follow-up period ($p < 0.001$), as the low ones were 8.4° more than the moderate ones. At these values of thoracic kyphosis, we reported a decrease in thoracic kyphosis with an increase of the Cobb angle. Although with small values, we reported an improvement in kyphosis in both groups (Table 6).

Table 6. Statistical processing of the values of thoracic kyphosis and lumbar lordosis

	Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Kyphosis base lane	Low	36	29.2	9.17	1.528
	Moderate	47	20.9	10.86	1.584
Kyphosis after 2 m.	Low	36	31.3	7.01	1.169
	Moderate	47	22.9	7.86	1.146
Lordosis base lane	Low	36	34.9	7.85	1.309
	Moderate	47	28.9	7.66	1.117
Lordosis after 2 m.	Low	36	34.3	6.29	1.049
	Moderate	47	28.2	5.24	0.764

*m – months

Results of measuring the angle of trunk rotation with a scoliometer

In both groups, at the end of the follow-up period, we received a decrease in ATR. For low curves with 1.8° from mean \pm SD $6.9^\circ \pm 3.28$ at the end $5.1^\circ \pm 3.73$ at $p < 0.001$. In the moderate the improvement is by 2.5° from the mean

values \pm SD $9.5^{\circ} \pm 4.37$ at the end $5.1^{\circ} \pm 3.88$ at $p < 0.001$ (Diagram 5). Impressive is the better influence of the lumbar curves in both groups, which coincides with the radiological results. In low ones the improvement is with 2.4° , in the moderate ones is with 5.1° .

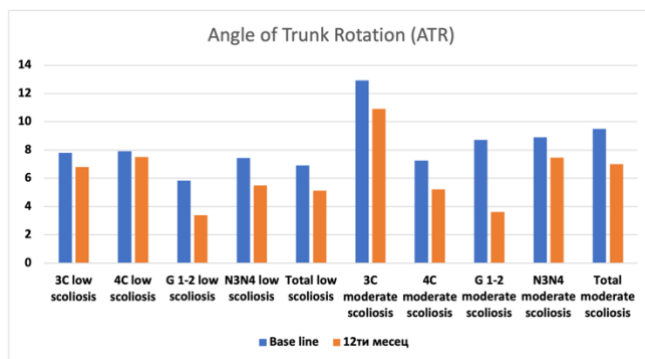


Diagram 5. Dynamics of ATR by clinical groups and severity of scoliosis.

Results of measuring the frontal balance of a photograph with symmetry indices

No statistically significant differences were found between the two groups when comparing the results. There was a general improvement in \pm SD symmetry of POTSI at low curves with 10.3 ± 8.99 from 27.8 ± 14.54 to 17.5 ± 9.69 with statistical significance at ($p < 0.001$). A general improvement of \pm SD POTSI symmetry was found at the moderate curves by 14.7 ± 16.97 from 35.4 ± 20.62 to 20.7 ± 8.02 with statistical significance at $p < 0.001$. Anterior trunk symmetry (ATSI) improved with statistically significant differences in both groups ($p < 0.001$). At the mean values \pm SD of low curves the improvement is by 9.9 ± 7.85 from 27.7 ± 10.94 to 17.8 ± 7.32 . For the mean \pm SD of the moderate curves, the improvement is 9 ± 7.82 from 28.6 ± 8.23 to 19.6 ± 6.32 .

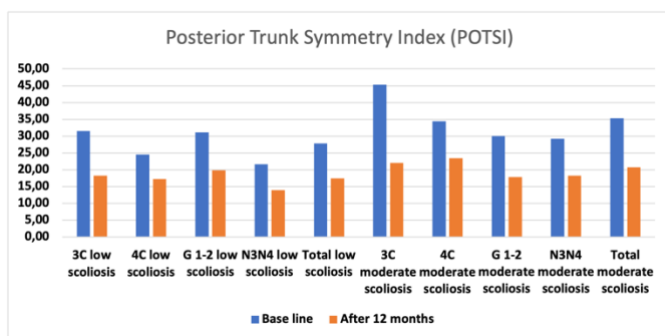


Diagram 6. Dynamics of posterior trunk symmetry (POTSI) by clinical groups and severity of scoliosis.

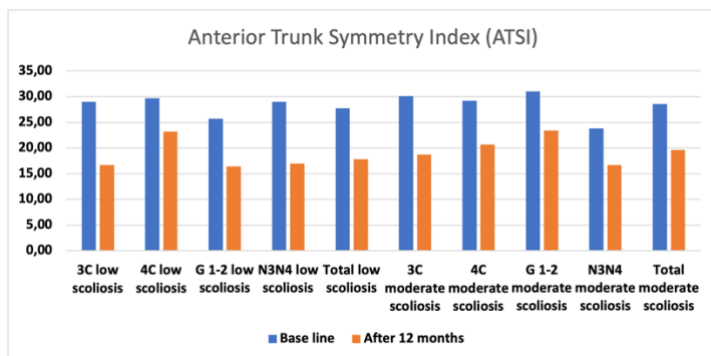


Diagram 7. Dynamics of anterior trunk symmetry (ATSI) by clinical groups and severity of scoliosis.

One of the main tasks of physiotherapy in scoliosis is the correction of body vision, symmetry and aesthetics. Therapeutic exercises included proprioceptive re-education, learning and integration of trunk correction. The data from the measurement of the frontal balance of digital photography with the indices of symmetry confirm the positive effect of the methodology of physiotherapy applied by us and its combination with brace treatment in moderate scoliosis. (Diagrams 6 and 7).

Results of measuring the mobility of the chest and respiratory movements

Diagram 8 shows the dynamics of changes after 12 months of follow-up. It is noteworthy that at all levels of respiration in both groups there are statistically significant differences and improvement in terms of respiratory function and movement of the chest and diaphragm. In both groups, diaphragmatic respiration was not well developed at first. In low cases it is 1.1 cm and reaches 2.5 cm at the end of follow-up. In the moderate it is 1.2 cm at the beginning and reaches 3.4 cm at the end of the follow-up. We have an improvement of 1.4 cm for low and 2.2 cm for moderate. In both groups the lower chest breathing was the most developed and improved in the follow-up process. In low cases it improves by 1.3 cm from 5.2 cm to 6.5 cm. In the moderate it improves by 2 cm from 5 cm to 7 cm. Upper chest breathing also improved significantly, in low cases starts at 4.4 cm. and reaches 5.8 cm., which is 1.4 cm. improvement. In the moderate starts at 3.8 cm and reaches 5.4 cm, improving by 1.6 cm.

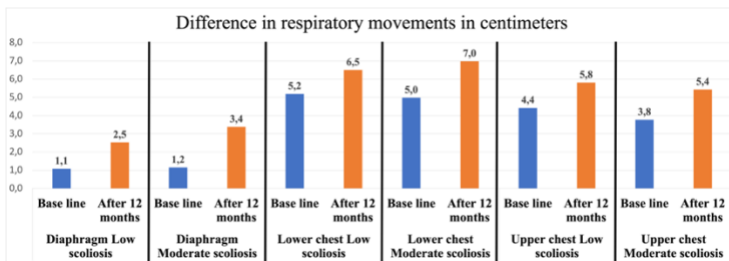


Diagram 8. Respiratory movement statistics measured at 3 levels and compared after 12 months of follow-up.

Results of radiographic examinations

We followed X-rays for 12 months. We measured the degree of curves with the Cobb angle. We divided them into two groups. Low scoliosis curvatures from 10° to 24° treated only with PSSE. Moderate scoliosis curvatures from 25° to 44° treated with PSSE and brace-type orthosis. We measured the angle of rotation of the apical vertebra by the method of Raimondi. We examined them according to the clinical classification of M. Rigo.

Results of measuring the Cobb angle

Diagram 9 demonstrates the change in Cobb angle during PSSE treatment for scoliosis curves. At 30.6% there is an improvement more than 5° of the Cobb angle. At 58.3%, curvature stabilize is reported within $\pm 5^{\circ}$ and in 11.1% we have a progression of scoliosis by more than 5° .

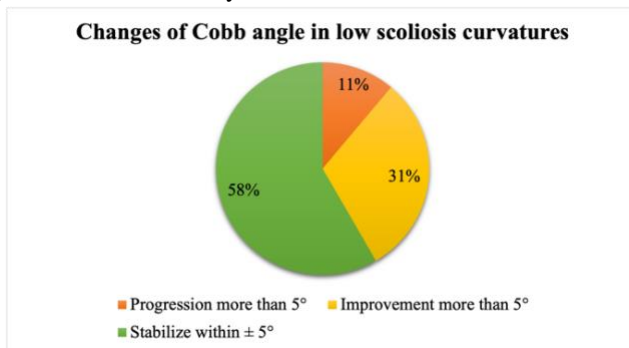


Diagram 9. Distribution of the assessment of the final result in low (10° - 24°) curves.

Diagram 10 demonstrates the change in Cobb angle during conducted treatment with brace and PSSE in moderate scoliotic curves. At 36.2% there is an improvement of more than 5° of the Cobb angle. At 59.6%, the stability of the curve within $\pm 5^{\circ}$, and in 4.3% we have a progression of scoliosis by more than 5° .

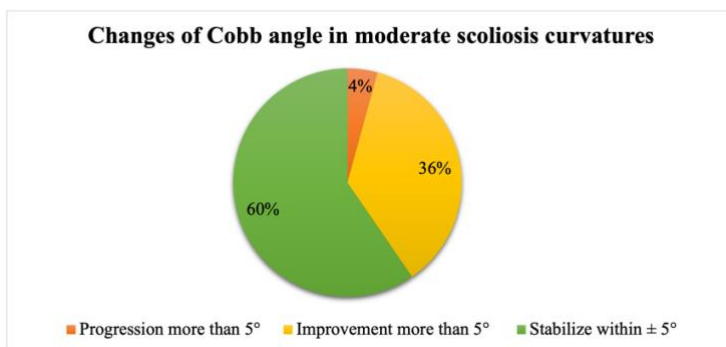


Diagram 10. Distribution of the assessment of the final result in moderate (25° - 44°) curves.

Total for both groups progressed 6 cases (7%), improved 28 cases (34%) and stable reference values of $\pm 5^\circ$ in the remaining 49 cases (59%) (Diagram 11). There are no statistically significant differences between the two groups in terms of results obtained.

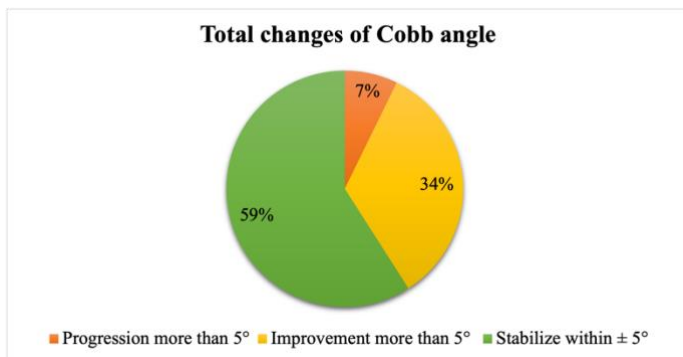


Diagram 11. Distribution of the evaluation of the final result overall in the treated patients.

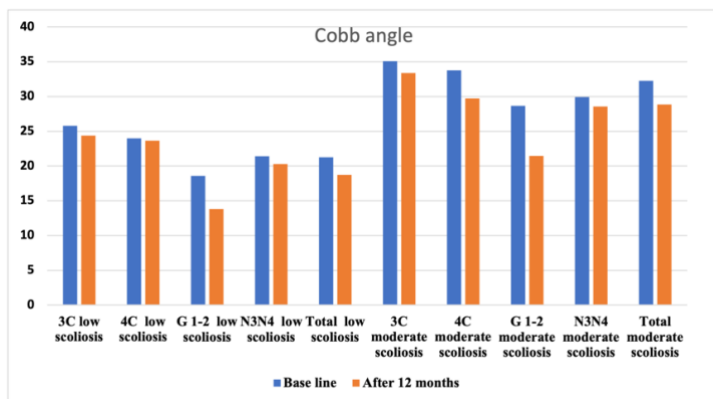


Diagram 12. Dynamics of the Cobb angle by clinical groups and severity of scoliosis.

There is a trend, both low and moderate curves staged the best results are achieved with lumbar curvatures (1-2 G). The improvement in low is with 4.8° from $18.6^\circ \pm 6.97$ to $13.8^\circ \pm 11.08$, and in the moderate it is with 7.3° from

$28.7^{\circ} \pm 7.97$ to $21.4^{\circ} \pm 3.84$. This demonstrates to us that PSSE and brace treatment have the same principles and their effect on scoliotic curves is identical. Greater improvement was also observed in the lumbar curvature of the double scoliotic curves (4C) of moderate treated with brace patients. The curve has decreased by 4.1° from $33.8^{\circ} \pm 8.12$ to $29.7^{\circ} \pm 7.91$ (Diagram 12). In our opinion, this is due to the smaller deformation in the lumbar region. There, only vertebrae changes, while in the thoracic region we have deformities of both the vertebrae and the ribs. This leads to greater asymmetry in the muscles and more difficult placement in an appropriate position to maintain and integrate the correction.

Results of the measurement of the angle of rotation of the apical vertebra by the method of Raimondi

Total impact and vertebral derotation was statistically demonstrated in all low scoliosis with 1.8° from the initial average \pm SD $12.7^{\circ} \pm 7.3$, as after 12 months of therapy it was $10.9^{\circ} \pm 8.03$. In moderate scoliosis with the largest rotation in our series were type 3C. With the lightest degree of rotation are N3N4 type. With the best response from the brace treatment and PSSE are 3C, in which the rotation decreased by 2.7° at an average value \pm SD from $23.9^{\circ} \pm 5.44$ to $21.1^{\circ} \pm 6.44$ and single lumbar scoliosis (G 1-2) with derotation from 3.8° starting from $20.1^{\circ} \pm 5.35$ and after 12 months of follow – up to $16.3^{\circ} \pm 6.69$. The total rotation in all patients treated with brace and exercises decreased by 2.3° from $20.4^{\circ} \pm 7.09$ to $18.1^{\circ} \pm 7.1$ (Diagram 13).

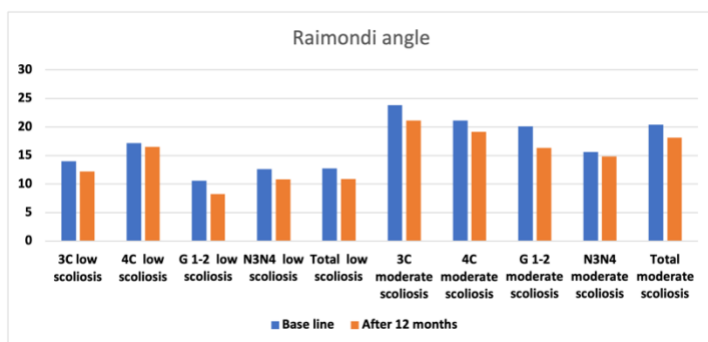


Diagram 13. Dynamics of the angle of rotation of the apical vertebra (Raimondi) by clinical groups and severity of scoliosis.

Unsatisfactory results

We reported 6 cases of progression of the scoliotic curve, a total of 7%. Such as 4 are at a low ones treated with PSSE, which is 11% of group and 2 at the moderate ones treated with brace and PSSE, which is 4% of the group. Progressed low cases were directed to brace treatment, and those from moderate to surgical treatment.

The results obtained in our attempt to improve the sagittal balance of the spine, namely the tendency for hypokyphosis in the thoracic department, are also unsatisfactory. In low curves improved with 2.1° from 29.2° to 31.3° . In moderate improved with 2° from 20.9° to 22.9° , which is not enough. In our opinion, this is due to the torsional phenomenon of anterior spinal overgrowth (*Guo X. et al. 2003, Porter R. et al. 2000*) and more attention should be paid in the future to the sagittal profile of the spine with scoliosis.

We believe that diaphragmatic breathing despite the improvement we have received, has the potential for better response and has a place in improving the overall correction of scoliotic deformity. In low cases we improved by 1.4 cm from 1.1 cm to 2.5 cm, and for the moderate by 2.2 cm from 1.2 to 3.4 cm.

VII. DISCUSSION

One of the most discussed and commented parameters in the world literature is the Cobb angle. It is very important for determining the treatment approach and success. In our opinion, it should not be taken only as evidence of success or failure. The large number of indicators that we monitor/follow up in a few months give us information on what to pay more attention to in the relevant period. There are patients who need more attention in the frontal plane, others in the transverse and / or sagittal plane. We believe that the improvement in the Cobb angle of more than 5° in 34% of patients who exercised and 36% in those with brace treatment and PSSE is a confirmation of the effectiveness of the methodology. Zaborowska-Sapeta et al. (2011) reported 48.1% of patients treated with brace without progression, while in our series 96%. (*Zaborowska-Sapeta et al. 2011*) As a limiting factor we consider the follow-up period, which, although lasting 12 months, is short for monitoring scoliosis. Zapata et al. (2019) examined 2 groups with low scoliosis (10°-25°) with 1 year follow-up. In the group that have been doing exercises 16% progressed with >5° Cobb (3 of 19). The group left without exercises progressed by 50% (7 out of 14). (*Zapata et al. 2019*) Our data are similar with 11% progressive cases (4 out of 36) in one year. Depending on the chances of progression, the formula can be used (*Lonstein J. Et al. 1984*):

$$\text{Risk at progression in \%} = \frac{\text{Cobb angle} - (3 \times \text{Risser sign})}{\text{Chronological age}}$$

According to this formula in the group of moderate scoliosis the average value obtained \pm SD in percent, with a probability of progression is $32.05\% \pm 7.33$, as the actual progression is 4%. In low ones the average percentage \pm SD of progression was $21\% \pm 7.5$ in cases progressed 11%. The most studied and discussed plane in terms of scoliosis clinic is the transverse plane. The use of a scoliometer and the determination of ATR are used both in screening studies in schools and in determining the progress of treatment. Kuru et al. (2015) studied 45 patients with scoliosis divided into 3 groups. Clinically based, which performs its exercises in the clinic. The second does her exercises at home and a control that does not do exercises. With respect to ATR at follow-up of 12

months, only the clinically based group had a 4.2° . The other 2 groups responded with deterioration. (Kuru et al. 2015) In our study we have a statistically significant improvement with 1.8° ($p<0.001$) in the low with 2.5° ($p<0.001$) in moderate curves. The difference, in our opinion, is due to the difference from the initial levels. In the moderate ATR at the beginning is $9.5^{\circ} \pm 4.3$, and for the low it is $6.9^{\circ} \pm 3.3$. Our results show more improvement in lumbar curves, regardless of the severity of scoliosis. This improvement is noticeable as radiographically and clinically. In our opinion, this is evidence of a distortive correction that is complex and sought by us.

VIII. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Conclusions:

1. The method of physiotherapy developed and tested by us based on Schroth's principles and Rigo's concept in children with adolescent idiopathic scoliosis does not contradict the generally accepted principles of treatment of this disease, described in the literature.
2. Physiotherapy, based on Schroth's principles and Rigo's concept, should be administered to an appropriate group of patients, divided according to the severity of the distortion.
3. The functional examinations and classifications used by us in combination with the radiological parameters give us a complete characteristic of the scoliotic deformation in the three planes.
4. The data from the study of clinical parameters show a statistically significant improvement in the angle of rotation of the torso, sagittal balance of the spine and indices of symmetry of the torso, which confirms the effectiveness of the applied method of physiotherapy based on Schroth's principles and Rigo's concept.
5. The applied physiotherapy methodology based on Schroth's principles and Rigo's concept leads to statistically significant improvements in the radiological parameters of the Cobb angle, the angle of apical vertebra's rotation according to Raimondi and similar results according to similar studies by authors around the world.
6. Physiotherapy based on Schroth's principles and Rigo's concept cannot replace corset therapy, but complements its action, as the principles and classification used are identical.
7. Physiotherapy based on the Schroth's principles and Rigo's concept in mild and its combination with corset therapy in moderate scoliotic curvatures can change the natural course of the disease.

Recommendations:

1. To apply physiotherapy when indicated, depending on the severity of the scoliotic deformity alone or in combination with corset therapy following the SOSORT guidelines.
2. It is essential for the good final results to work in an interdisciplinary team with a treating orthopedist, orthopedic technician, X-ray laboratory assistant and, if necessary, a psychologist.
3. The family should be well informed and actively participate in home activities, motivating, encouraging and supporting the implementation of the program of specific physiotherapy exercises for scoliosis.
4. Responsible and thorough planning of therapy over time and giving realistic expectations to patients and their families for its course.
5. The methodology created by us in accordance with Schroth's principles and Rigo's concept should be applied according to the capabilities of the therapeutic team, according to the need of patients to attend the planned activities and daily work at home.
6. Based on our experience, we believe that the wider application of this methodology would increase the overall results in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis.

IX. CONCLUSION

The introduction of specific exercises for scoliosis following the Schroth's principles and Rigo's concept, was consistent with the conditions and opportunities in Bulgaria. The exercises were modified to be performed at home without the need to use a gymnastic wall. The week-long training, homework performing the exercises and weekly group classes gave good results similar to more or less intensively studied programs around the world. Good exercise planning involves knowledge of the workload of adolescents at school, use of vacation periods for more work and combining exercises at home with school activities.

In the present paper we do not claim maximum exhaustiveness. For some of the problems posed worldwide, there is no answer yet. In the newly introduced methods we lack of long-term follow-up. The patients in whom we administered physiotherapy have not completed their growth and are still at risk of progression.

CONTRIBUTIONS OF THE DOCTORAL THESIS

With an original character

1. An own methodology has been introduced, following the Schroth's principles and Rigo's concept, in the conservative treatment of idiopathic adolescent scoliosis with very good practical results.
2. An innovative technique for expanding the concave deformed areas of the torso with the help of respiratory mechanics and adjacent muscles is described in detail.

With scientifically applied and confirmatory character

3. For the first time in the country, a large, statistically reliable contingent of children with idiopathic adolescent scoliosis, treated conservatively by the same team according to a standardized protocol and indications, was monitored.
4. Practical protocols for therapeutic exercises depending on the type of scoliotic deformity according to the Rigo's classification have been introduced.
5. A detailed described modern modern classification and algorithm for light and medium distortions is introduced, suitable both for the selection of corrective exercises and for determining the design of the brace.
6. For the first time in the country, modern methods for disease assessment have been presented in Bulgarian and their high informativeness in monitoring the treatment has been practically confirmed.

SCIENTIFIC PUBLICATIONS IN RELATION TO THE DISSERTATION

PUBLICATIONS:

- 1. Chongov B, Dimitrova E.** Schroth method for idiopathic scoliosis. Sports & Science. 2016. 5-6, 71-81.
- 2. Chongov B, Yablanski V, Dzherov A.** Physical therapy of ApiFix® mini-invasive surgery for adolescent idiopathic scoliosis - initial experience in Bulgaria. Medicine and sport. 2018. 3-4, 30-33.
- 3. Chongov B, Angelov V.** New methods (Schroth, SEAS, ApiFix) in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. Practical pediatrics. 2019. 3, 16-19.

PARTICIPATION IN SCIENTIFIC FORUMS:

- 1. Chongov B, Alexiev V, Dimitrova E, Jelacic M, Kalinov K.** Correlation between scoliosis deformity type and trunk symmetry before and after one-week physiotherapeutic scoliosis specific exercises. The international conference of the society on scoliosis orthopedic and rehabilitation treatment, book of abstract 2017. Lyon, 140-141.