

© Н.М. Белокрылов <sup>1</sup>, А.Н. Белокрылов <sup>1,4</sup>, Л.В. Шарова <sup>2</sup>, А.В. Сотин <sup>3</sup>,  
Ф.А. Демидов <sup>3</sup>

<sup>1</sup>ГБУЗ Пермского края городская детская клиническая больница № 15;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет

<sup>3</sup>ФГБОУ ВПО Пермский национальный исследовательский политехнический университет

<sup>4</sup>ГБОУ ВПО Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А.Вагнера Минздрава России

Пермь, Россия

## К ВОПРОСУ О ЛЕЧЕНИИ ДЕТЕЙ С ДЕФЕКТАМИ КОСТНОЙ ТКАНИ КОНЕЧНОСТЕЙ ОПУХОЛЕВОГО И ОПУХОЛЕПОДОБНОГО ГЕНЕЗА

**Аннотация.** Работа посвящена вопросам оптимального выбора хирургической тактики и режима реабилитации у больных с замещением дефектов костной ткани при опухолях и опухолеподобных заболеваниях. Оперативное лечение проведено 135 пациентам в возрасте от 2 до 16 лет. Гендерный состав: 84 (62,2%) мальчиков и 51 (37,8%) девочек. Число оперированных на нижних конечностях детей в 3 раза больше, чем на верхних. Применяли клинортопедическое, лучевое (рентгенография, по показаниям КТ, МРТ, УЗИ), гистологическое исследование, математическое моделирование с анализом ситуационных задач. Клинические исходы после лечения на конечностях оценивали по международной системе ISOLS (International Society of Limb Salvage) и её модификации. Обширные дефекты при поражении плеча и большеберцовой кости наблюдали у 21 пациента, из них в 4-х случаях были ложные суставы большеберцовой кости, при этом использовали аппарат Илизарова. При замещении костных дефектов сроки формирования дистракционного регенерата были обычными, что не приводило к увеличению сроков фиксации в аппарате. Предложены оригинальные способы замещения дефектов кости. Эффективность лечения при применении костной аутопластики составила 54,5%, при пластике дефектов высокопористым ячеистым углеродом 56,8%, при использовании материала «Хронос» - 48,5%, при смешанной пластике - 62,7%, а при использовании аппарата Г.А.Илизарова – 77%. Разработан режим реабилитации при различных хирургических подходах. Во всех наблюдениях получены положительные анатомические и функциональные результаты лечения.

**Ключевые слова.** Костная опухоль, опухолеподобные заболевания кости, костные кисты, оперативное замещение дефектов кости, высокоячеистый пористый углерод, «Chronos», аутопластика, биллокальный остеосинтез, математическое моделирование тазобедренного сустава, послеоперационная реабилитация.

© N.M. Belokrylov <sup>1</sup>, A.N. Belokrylov <sup>1,4</sup>, L.V. Sharova <sup>2</sup>, A.V. Sotin <sup>3</sup>,  
F.A. Demidov <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Perm Region Child Clinical Hospital № 15;

<sup>2</sup>Perm State Humanitarian-Pedagogical University

<sup>3</sup>Perm National Research Polytechnic University

<sup>4</sup>Perm State Medical University named after E.A. Wagner

Perm, Russia

## TO THE QUESTION OF TREATMENT OF CHILDREN WITH BONE TISSUE DEFECTS OF EXREMITIES OF TUMOR AND TUMOR-LIKE GENESIS

**Abstract.** The article touches upon the questions of the optimal choice of the surgical approach and rehabilitation regimen of patients with bone tissue defect replacement in tumors and tumor-like diseases. The surgical treatment was conducted on 135 patients aged 2-16 years. The gender composition: 84

(62,2%) boys and 51 (37,8%) girls. The number of the patients operated on the lower extremities was by 3 times higher than those operated on the upper ones. The examination included clinical-orthopedic, radiation (roentgenography; CT, MRT, ultrasonography on medical indications), histologic studies and math modeling with case analysis. The clinical outcomes after the treatment were assessed according to ISOLS (International Society of Limb Salvage) and its modification. Major defects of the shoulder and shin bone were diagnosed in 21 patients, 4 of them were considered to be false joints of the shin bone, in these cases Ilizarov apparatus was used. In bone defect replacement the period of distraction graft formation was usual that didn't lead to the prolongation of the period of fixation in the apparatus. Some original methods of bone defect replacement were suggested. The treatment efficiency in case of bone autoplasty was 54,5%, in defect plasty with high-porous cellular carbon - 56,8%, in using «Chronos» material - 48,5%, in mixed plasty - 62,7%, in Ilizarov apparatus - 77%. The rehabilitation regiment for different surgical approaches was worked out. All the cases showed positive anatomical and functional results.

**Keywords:** bone tumor, bone tumor-like diseases, bone cysts, surgical replacement of bone defects, high-porous cellular carbon, «Chronos», autoplasty, bilocal osteosynthesis, coxofemoral joint math modeling, post-operative rehabilitation.

**Актуальность проблемы.** В детском возрасте проблема удаления патологической ткани при костных опухолях и опухолеподобных заболеваниях состоит в замещении обширных дефектов и создании нормальной структуры кости [4]. Кисты, в том числе дистрофического происхождения, часто бывают обширными и являются причиной патологических переломов [8]. По статистике подобные клинические находки встречаются, как правило, в первые двадцать лет жизни. Данная патология занимает четвертое место среди детей после неинфекционных сердечно-сосудистых заболеваний, болезней органов дыхания и сахарного диабета (ВОЗ, 2001). Система самого хирургического лечения и последующего восстановления опороспособности и функциональных возможностей скелета предполагает выбор оптимального ортопедического решения, подбора адекватных материалов, правильной реабилитации, ранних физических движений, сохранения функции суставов конечности, профилактику деформаций [7,1]. В конечном счёте, стремление сократить сроки клинического и функционального выздоровления являются целью указанного лечения [6]. Это зависит как от хирургического подхода, так и от дальнейшего режима реабилитации. Выбор способа замещения костных дефектов давно и серьёзно интересует специалистов [5,3], поэтому выбор лечебной тактики по-прежнему является актуальным для изучения.

**Цель работы.** Оценить эффективность различных видов замещения дефектов кости при опухолях и опухолеподобных заболеваниях и определить оптимальный реабилитационный режим при данной патологии в детском возрасте.

**Материалы и методы исследования.** В представленной работе проведён анализ лечения 135 пациентов: 84 (62,2%) мальчика и 51 (37,8%) девочка, возраст от 2 до 16 лет. В работе использована классификация заболеваний костей, предложенная М.В. Волковым [4].

Всем больным проведено оперативное лечение с использованием костной аутопластики и различных имплантационных материалов. В послеоперационном периоде назначалась рациональная реабилитация в зависимости от характера патологии и проведённой операции. Распределение больных по возрасту и полу представлено в таблице 1.

Таблица 1.

**Распределение больных детей по полу и возрасту**

Пол	n	Возраст			
		2-4 года	5-8 лет	9-12 лет	13-16 лет
Мальчики	84	4	13	30	37
Девочки	51	1	4	24	22
Всего	135	5	17	54	59
%	100	3,7	12,6	40	43,7

Основной материал (до 80%) составляют больные дети, получившие лечение в 2008-2014 гг.. Также рассмотрена группа детей со значительной протяжённостью опухолевых и опухолеподобных дефектов, которым в 1999-2014 г.г. проведено восстановление костной структуры путём применения различных вариантов биллокального остеосинтеза. Характер посегментного распределения наблюдаемой патологии с учётом нозологической формы заболевания виден из таблицы 2. В целом количество оперированных на

нижних конечностях детей (n=103) превышало более чем в 3 раза число оперированных на верхних конечностях (n=32).

Поражения крупных сегментов – бедренной, плечевой, большеберцовой костей – составили 83%. Среди прооперированных преобладали дети в возрасте от 9 до 16 лет (83,7%).

Таблица 2

**Характер и распределение доброкачественных костных опухолей и опухолеподобных заболеваний в представленных группах детей**

Нозологическая форма	Локализация					Число больных	% больных
	Бедренная кость	Плечевая кость	Б.берцовая кость	Пяточная кость	Другие сегменты		
Дистрофическая костная киста	25	11	21	5	10	72	53,3%
Аневризмальная костная киста	3	3	4	2		12	8,9%
Неоссифицирующая фиброма	5	2	10	4	1	22	16,3%
Фиброзная дисплазия	3	4	5			12	8,9%
Остеобластокластома (гигантоклеточная оп.)	1	7	5		1	14	10,4%
Остеоид-остеома			3			3	2,2%
Всего	37	27	48	11	12	135	100%

Для прогнозирования результата, выбора хирургической и реабилитационной тактики использовали метод математического моделирования путём анализа разработанной нами модели тазобедренного сустава [2]. Варианты замещения кости представлены в таблице 3.

Применяли клинико-ортопедическое, лучевое (рентгенография, по показаниям КТ, МРТ, УЗИ), гистологическое исследование, балльную систему оценок.

При формировании математической модели использована конечно-элементная аппроксимация, анализировали поля напряжений, изменения биомеханических условий нагружения при дефектах кости. К самим же

дефектам кости мы относили очаги некроза костной ткани различного генеза, участки опухолевого и опухолеподобного процесса.

Таблица 3.

**Варианты замещения костного опухолевого или опухолеподобного дефекта**

Вариант	Локализация					Всего
	Бедренная кость	Плечевая кость	Б.берцовая кость	Пяточная кость	Другая локализация	
I. Костная аутопластика	25	9	18	4	10	66
II. Пластика ВПЯУ	1	2	4	2		9
III. Пластика материалом "Хронос"	5	2	10	5	1	23
IV. Смешанная пластика (аутокость и материал ВПЯУ или «Хронос»)	8	3	5			16
V. Билокальный остеосинтез (аутопластика перемещаемой аутокостью)		10	11			21
Всего сегментов	39	26	48	11	11	135

Проводили исследование полей напряжений, возникающих в нормальном и «патологически измененном» тазобедренном суставе. Это позволило формировать хирургическую тактику, прогнозировать характер патологического процесса, перспективу распространения дефекта и ослабления участков кости, результаты хирургического лечения. Саму математическую модель индивидуализировали на основе реальных клинико-рентгенологических и анатомических данных.

Клинические исходы после лечения на нижних конечностях оценивали по международной системе ISOLS. Эта система включала в себя 6 клинически значимых параметров – боль, функция, использование дополнительных средств опоры, способность к ходьбе, изменения походки и характер эмоционального восприятия результата лечения. Все эти параметры

позволяли оценить успех операции и последующей реабилитации. Для оценки результатов хирургической операции на верхних конечностях мы несколько модифицировали данную систему и адаптировали её для оценки результатов лечения на верхних конечностях, заменив опорную на двигательную функцию, которая и характерна для верхних конечностей, при этом принцип оценочного подхода не меняли. В модифицированной нами системе представлены все наиболее значимые клинические признаки MSTS (Musculo Skeletal Tumor Society Score). Под эффективностью лечения мы понимали достигнутую после операции в выраженную в % величину полученного результата, представляющего собой % отношение полученных средних дополнительных оценок в баллах к средним оценкам дооперационного состояния больных, чей исходный статус принимался за 100%. Сравнивали с использованием парного критерия Стьюдента балльные оценки до и после операции в каждой из групп, эффективность отражает сравнение полученных средних оценок.

Для сравнения полученных данных мы использовали стандартный критерий Стьюдента, критерий ранговых знаков Вилкоксона, применяли коэффициенты линейной корреляции Пирсона, ранговой корреляции Спирмена.

**Результаты и обсуждение.** Пункционный метод не устраивал нас по своей надёжности в связи с тем, что более 80% больных после этого метода лечения и реабилитации были оперированы. Поэтому основной подход к лечению таких больных был хирургическим. Мы оценили все варианты используемых методов хирургического лечения.

Таблица 4

**Результаты замещения кистозных костных дефектов с помощью аппарата Илизарова (n=21)**

Нозологическая форма	Оценка результата (число случаев)			
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Фиброзная дисплазия	7	2	-	-

(9)				
Солидарная киста (3)	3	-	-	-
Аневризмальная киста (3)	2	1	-	-
Гигантоклеточная опухоль (6)	5	1	-	-
Итого	17 (81%)	4 (19%)	-	-

Особо интересной группой явилась тяжёлая категория больных, которых лечили с использованием аппарата Г.А. Илизарова на плече и большеберцовой кости, у всех б-х были обширные костные дефекты. Результаты лечения представлены в таблице 4.

Таким образом, у всех больных при использовании аппарата Илизарова получены хорошие результаты лечения. В основе большинства технологий лежал метод билокального остеосинтеза. В этой группе было 4 ребёнка с врождённым ложным суставом большеберцовой кости, дефекты кости в отдельных случаях достигали до 1/3 её протяжённости. Несмотря на длительные сроки, нам удалось совместить сроки иммобилизации и сроки реабилитации, благодаря особенностям аппарата, позволяющего сохранить функцию самой конечности без нарушения движений в смежных суставах. При лечении разработаны оригинальные подходы. Способ предложенного хирургического лечения на плече подтверждён патентом РФ № 2447855 от 20.04.2012, а его модификация – рацпредложением № 2654 от 15.09.2014 (Белокрылов Н.М., Белокрылов А.Н.).

Длительность иммобилизации не повлияла на исход лечения, сами же сроки созревания костного регенерата приближались к таковым при обычном удлинении кости (таблица 5).

Таблица 5

**Величина замещаемого дефекта на разных сегментах и средние сроки иммобилизации**

Сегмент	Средняя длина замещаемого	Средние сроки ношения
---------	---------------------------	-----------------------

	сегмента в мм, станд. откл.	аппарата в днях, станд. откл.
Плечо	97,5±24,1	178,3±19
Большеберцовая кость	82,5±16,9	179,4±26,7

При этом оказалось, что при замещении дефектов на плече мы в среднем потратили 18,3 дня на 1 см сформированного костного регенерата на плече, и 21,75 дня на формирование 1 см костного регенерата на большеберцовой кости. Это соответствует срокам формирования и созревания костного регенерата при обычном distractionном удлинении трубчатой кости. Установлена сильная линейная коррелятивная связь между величиной замещаемого дефекта в мм и сроком нахождения больного в аппарате Г.А. Илизарова в днях ( $r=0,84$ ). Сроки distraction у нас сокращались за счёт того, что мы в середине перемещения костного фрагмента ускорялись до 4 мм в сутки при равномерной в течение суток тракции, а затем её темп вновь снижали до 1-2 мм в сутки. На плече при билочальном остеосинтезе после перемещения мобилизованного костного фрагмента в дефект и получения стыковки дистального костного фрагмента с проксимальным отломком мы продолжали distraction на величину требуемого удлинения сегмента на уровне полученного регенерата.

Другие методы замещения кости включали как традиционные подходы (аутокость), так и применение её в виде смешанных вмешательств. Мы не отвергали этот давно оправдавший себя метод не только из-за дефицита замещающих материалов, но и из тактических соображений. В ряде случаев аутокость оказывалась незаменимой из-за большого количества рецидивов, локализации в опасной зоне, когда требовался даже не просто костный ауто трансплантат, а применение костно-мышечного комплекса тканей. Однако и остальные методы замещения также дали в большинстве своём хорошие результаты лечения (таблица 6).

Таблица 6.

**Результаты заполнения опухолевых и опухолеподобных костных дефектов после удаления патологической ткани (n=114)**

Метод лечения	Оценка результата (число случаев)			
	Отличный	Хороший	Удовлетв.	Неудовлетв.
I. Костная аутопластика	42	22	2	-
II. Пластика ВПЯУ	5	3	1	-
III. Пластика материалом "Хронос"	16	6	1	-
IV. Смешанная пластика (аутокость и материал ВПЯУ или «Хронос»)	10	5	1	-
Всего – результаты у 114 б-х	73 (64%)	36 (31,6%)	5 (4,4%)	-

Нами впервые применён у детей высокопористый ячеистый углерод (ВПЯУ), разработанный Пермскими учёными со значительным опытом клинического применения у взрослых (А.С.Денисов, В.Л. Скрыбин, А.Ю.Фукалов). Принципиально использованные нами технологии по результативности мало чем отличались.

При сравнении балльных оценок в до- и послеоперационном периоде мы отметили, что эффективность лечения при применении костной аутопластики составила 54,5%, при пластике дефектов ВПЯУ – 56,8%, при использовании материала «Хронос» – 48,5%, при смешанной пластике – 62,7%, а при использовании аппарата Г.А.Илизарова – 77% (для всех данных  $p < 0,005$ ). Мы наблюдали у 5 больных рецидив или, возможно, результат первичной неполной коррекции в виде краевого дефекта кости, что потребовало повторного вмешательства и замещения обнаруженной полости. Патологической ткани мы в этих дефектах не обнаружили, это всё были дистрофические изменения кости. Эти больные оценены как пациенты с удовлетворительными результатами лечения, хотя конечная оценка их могла

быть и выше удовлетворительной, так как мы прежде всего оценивали результат основного, первого по счёту вмешательства, а второго этапа не предполагалось. С учётом высокой достоверности полученных данных следует отметить, что отказ от частичного применения аутоотрансплантатов может снижать конечный результат лечения. Методы применения замещающих имплантационных материалов близки по своей эффективности, и их положительной чертой является удобство в использовании в практической медицине. Мы считаем возможным рекомендовать их к применению. Использованные для замещения костных дефектов материалы «Хронос» и «ВПЯУ» не давали аллергических реакций, не ухудшали исхода заболевания, при этом в наших наблюдениях ВПЯУ даже немного превосходил по эффективности «Хронос». Самыми эффективными оказались методики с применением аппарата Илизарова. Полагаем, это связано с тем, что исходные показатели состояния больных были ниже, а у 4-х из них наличие дефекта осложнялось возникновением ложного сустава большеберцовой кости. Во всех случаях после оперативного лечения структура кости и функция оперированной конечности были полностью восстановлены.

На основе приведённых клинических наблюдений показано, что разработанный способ хирургического лечения обширных кист, опухолей и опухолеподобных заболеваний в верхней и средней трети плеча является радикальным и надёжным способом восстановления полноценной структуры кости и её длины, позволяет достичь хороших функциональных исходов с сохранением функции смежных суставов. Ни в одном случае мы не наблюдали стойких контрактур в суставах, они были разработаны в процессе реабилитации. В результате все суставы были сохранены в исходном состоянии и практически не потеряли в амплитуде движений.

## **Выводы**

1. Эффективность применения различных вариантов замещения костных дефектов при опухолях и опухолеподобных заболеваниях у детей с использованием аутопластики, материала «Хронос», высококачественного пористого углерода (ВПЯУ), смешанной аутопластики в комбинации с одним из этих материалов составляет в среднем 59,2% (от 48,5% до 67,2%). Необратимых осложнений при этих хирургических вмешательствах не наблюдалось, в 5 случаях остаточные краевые рецидивы излечены хирургическим путём, а сами эти больные отнесены в группу с удовлетворительными результатами лечения.

2. Применение замещающих материалов привело в 95,6% наблюдений к хорошим результатам лечения, в 4,4% к удовлетворительным, неудовлетворительных исходов не было.

3. Наиболее высокая эффективность лечения отмечена при применении аппарата наружной фиксации – 77%. К достоинствам аппаратного лечения следует отнести следующее: при правильном применении способов с использованием аппарата Илизарова рецидива процесса не возникает, наступает реканализация костно-мозгового канала, при необходимости в процессе формирования регенерата достигается компенсация исходного укорочения, излечиваются достаточно сложные формы ложных суставов при опухолеподобных процессах, функция смежных с поражённым сегментом суставов при таком подходе не страдает, период фиксации в аппарате является частью реабилитационного периода.

## **Список литературы:**

1. Белокрылов Н.М., Шарова Л.В. Лечебная физическая культура в ортопедии и травматологии: учебник // М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО Пермский гос. гуманитар. пед. ун-т», каф. адапт. и леч. физ. культуры. – Пермь: Изд-во ПГГПУ, 2015. – 124 с.

2. Белокрылов Н.М., Сотин А.В., Демидов Ф.А., Белокрылов А.Н. Математическое моделирование деструктивных и кистозных

опухолеподобных процессов в проксимальном отделе бедра. // Пермский медицинский журнал. – Т 31. – 2014. - №1. – С.109-115.

3. Белокрылов Н.М., Денисов А.С., Белокрылов А.Н., Сотин А.В. Основные способы и материалы для замещения дефектов кости после удаления очага поражения при опухолевых и опухолеподобных процессах у детей.// Пермский медицинский журнал. – Т 33. – 2014. - № 5. – С.81-91

4. Волков М.В. Болезни костей у детей. 2 изд. - М.: Медицина, 1985, с. 463-464

5. Германов В.Г. Костно-пластическая хирургия: от костного трансплантата до современных биокomпозиционных материалов. Мед. помощь 2006; 4: 16-19

6. Попов С. Н. Физическая реабилитация: Учебник для академий и институтов физической культуры / Под общей ред. проф. С. Н. Попова. – Ростов. н/Д: Феникс, 1999. – 608 с.

7. Талашова И.А., Осипова Е.В., Кононович Н.А. Сравнительная количественная оценка репаративного процесса при имплантации биокomпозиционных материалов в костные дефекты. // Гений ортопедии. – 2012. - № 2. – С.68-71

8. Kaelin AJ, MacEwen GD. Unicameral bone cysts. Natural history and the risk of fracture. *Int Orthop* 1989; 13:275-282.

### References

1. Belokrylov N.M., Sharova L.V. *Lechebnaya fizicheskaya kul'tura v ortopedii i travmatologii: uchebnik* [Exercise therapy in orthopedics and traumatology: text-book]. Perm: PGGPU, 2015. 124 p. (in Russian).

2. Belokrylov N.M., Sotin A.V., Demidov F.A., Belokrylov A.N. *Matematicheskoe modelirovanie destruktivnykh i kistozykh opukholepodobnykh protsessov v proksimal'nom otdele bedra* [Math modeling of destructive and cystic tumor-like processes in proximal femur]. *Permskiy meditsinskiy zhurnal*, 2014, vol. 31, no. 1, pp. 109-115 (in Russian).

3. Belokrylov N.M., Denisov A.S., Belokrylov A.N., Sotin A.V. *Osnovnye sposoby i materialy dlya zameshcheniya defektov kosti posle udaleniya ochaga porazheniya pri opukholevykh i opukholepodobnykh protsessakh u detey* [General methods and materials for bone defect replacement after lesion removal in tumor and tumor-like processes in children]. *Permskiy meditsinskiy zhurnal*, 2014, vol. 33, no. 5, pp. 81-91 (in Russian).

4. Volkov M.V. *Bolezni kostey u detey. 2 izd* [Bone diseases in children. 2<sup>nd</sup> edition]. Moscow: Meditsina, 1985, pp. 463-464 (in Russian).

5. Germanov V.G. *Kostno-plasticheskaya khirurgiya: ot kostnogo transplantata do sovremennykh biokompozitsionnykh materialov* [Osteoplastic surgery: from a bone transplant to modern bio-composition materials]. *Med. pomoshch*, 2006, no. 4, pp. 16-19 (in Russian).

6. Popov S.N. Fizicheskaya reabilitatsiya: Uchebnik dlya akademiya i institutov fizicheskoy kul'tury. Pod obshchey red. prof. S.N. Popova [Physical rehabilitation: text-book for physical culture academies and institutes. Edited by prof. S.N. Popov]. Rostov-on-Don: Feniks, 1999. 608 p. (in Russian).

7. Talashova I.A., Osipova E.V., Kononovich N.A. Sravnitel'naya kolichestvennaya otsenka reparativnogo protsessa pri implantatsii biokompozitsionnykh materialov v kostnye defekty [Comparative quantitative assessment of the restorative process in implantation of bio-composition materials into bone defects]. *Geniy ortopedii*, 2012, no. 2, pp. 68-71 (in Russian).

9. Kaelin A.J., MacEwen G.D. Unicameral bone cysts. Natural history and the risk of fracture. *Int Orthop*, 1989, no. 13, pp. 275-282.

**Белокрылов Николай Михайлович**, доктор медицинских наук, член А.С.А.М.И., профессор кафедры АиЛФК ПГГПУ, главный внештатный детский травматолог-ортопед министерства здравоохранения Пермского края, заведующий отделением травматологии и ортопедии городской детской клинической больницы № 15, тел. 8-342-221-76-33; E-mail: [belokrylov1958@mail.ru](mailto:belokrylov1958@mail.ru)

**Белокрылов Алексей Николаевич**, заочный аспирант кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ГБОУ ВПО ПГМА им. Е.А.Вагнера, врач отделения детской травматологии и ортопедии городской детской клинической больницы № 15 г. Перми, тел. 8-342-221-76-32. - E-mail: [lexab@mail.ru](mailto:lexab@mail.ru)

**Шарова Людмила Васильевна**, доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой адаптивной и лечебной физической культуры ФГБОУ ВПО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», тел. 8-342-219-07-06 E-mail: [sharovalv@bk.ru](mailto:sharovalv@bk.ru)

**Сотин Александр Валерьевич**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра биомеханики, тел. (рабочий) 8(342)2391702; E-mail: [sotin@mail.ru](mailto:sotin@mail.ru)

**Демидов Фёдор Александрович**, аспирант ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра биомеханики тел. (рабочий) 8(342)2391702, E-mail: [demidov.perm@mail.ru](mailto:demidov.perm@mail.ru)

ГБУЗ ПК «Городская детская клиническая больница № 15», Россия, 614000, г. Пермь, ул. Баумана 17а

ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. Е.А.Вагнера» Минздрава России, Россия, 614990, Пермь, ул. Петропавловская, 26

ФГБОУ ВПО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Россия, 614000, Пермь, ул. Сибирская, 24.

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Россия, 614000, Пермь, Комсомольский проспект, 29.

**Belokrylov Nikolay Mikhaylovich** – Doctor of Medical Science, A.S.A.M.I. member, professor of the department of adaptive and therapeutic physical training, Perm State Humanitarian-Pedagogical University, head freelance child traumatologist-orthopedist of the Perm Region Ministry of Public Health, head of the department of traumatology and orthopedics, City Child Clinical Hospital № 15, phone: 8-342-221-76-33; E-mail: [belokrylov1958@mail.ru](mailto:belokrylov1958@mail.ru)

**Belokrylov Aleksey Nikolaevich** – post-graduate of the department of traumatology, orthopedics and military surgery, Perm State Medical University named after E.A. Wagner, doctor of the department of child traumatology and orthopedics, City Child Clinical Hospital № 15, phone: 8-342-221-76-32. - E-mail: [lexab@mail.ru](mailto:lexab@mail.ru)

**Sharova Lyudmila Vasilyevna** - Doctor of Biological Science, professor, head of the department of adaptive and therapeutic physical training, Perm State Humanitarian-Pedagogical University, phone: 8-342-219-07-06 E-mail: [sharovalv@bk.ru](mailto:sharovalv@bk.ru)

**Sotin Aleksandr Valeryevich** – Candidate of Technical Science, associate professor of the biomechanics department, Perm National Research Polytechnic University, phone: 8(342)2391702; E-mail: [sotin@mail.ru](mailto:sotin@mail.ru)

**Demidov Fedor Aleksandrovich** – post-graduate of the biomechanics department, Perm National Research Polytechnic University, phone: 8(342)2391702, E-mail: [demidov.perm@mail.ru](mailto:demidov.perm@mail.ru)

Perm Region State-Financed Health Institution “City Child Clinical Hospital № 15”, 17a Bauman str., Perm, 614000, Russia.

State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Training “Perm State Medical University named after E.A. Wagner” of the RF Ministry of Health, 26, Petropavlovskaya str., 614990, Perm, Russia.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Training “Perm State Humanitarian-Pedagogical University”, 24, Sibirsкая str., 614000, Perm, Russia.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Training “Perm National Research Polytechnic University”, 29, Komsomol av., 614000, Perm, Russia.