

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ВРЕМЕННОГО ГЕМИЭПИФИЗЕОДЕЗА У ПАЦИЕНТОВ С СИСТЕМНЫМИ ДИСПЛАЗИЯМИ СКЕЛЕТА

В.М. Кенис, Е.С. Моренко, А.В. Коршунов, Р.В. Клейманов

ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт имени Г.И. Турнера» Минздрава России,
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, РФ

Введение. Методики управляемого роста (временный гемиепифизеодез) для коррекции осевых деформаций на уровне коленного сустава у детей применяются в основном у пациентов с идиопатическими деформациями и не учитывают особенностей пациентов с системными дисплазиями скелета.

Цель исследования: на основании рентгенограмм оценить риск неполного прилегания пластины при выполнении временного гемиепифизеодеза у пациентов с системными дисплазиями скелета; с помощью численного моделирования напряжений, возникающих в конструкции, оценить напряженно-деформирующее состояние использованных металлических имплантатов для прогнозирования их возможной несостоятельности.

Пациенты и методы. Проанализированы послеоперационные рентгенограммы 58 детей с системными дисплазиями скелета, которым выполнялся временный гемиепифизеодез (107 конечностей, 188 пластин), а также в контрольной группе из 50 детей, которым операция выполнялась в связи с деформациями иной этиологии. На рентгенограммах оценивали прилегание пластины к метафизу кости, которое считали неполным в том случае, если оно превышало 2 мм. Для определения напряжений и перемещений, возникающих в процессе роста кости, было проведено численное моделирование в программном пакете COMSOL Multiphysics.

Результаты. Из 188 установленных детям с системными дисплазиями скелета пластин неполное прилегание наблюдалось в 41 (22%) конструкции. При этом средняя величина дефицита контакта составила $4,1 \pm 1,3$ мм. В контрольной группе неполное прилегание пластины (более 2 мм) имело место только в 3 (4,5%) случаях ($p < 0,05$). Данные численного моделирования напряжений, возникающих в конструкции при нагрузках в результате роста кости при установке пластин с неполным погружением винтов, свидетельствовали о том, что в таких ситуациях наиболее нагружаемая часть винта остается вне кости и возникает опасность разрушения винта в зоне контакта с кортикальной костью.

Заключение. Анатомические особенности эпиметафизарного перехода у пациентов с системными дисплазиями скелета предрасполагают к тому, что при проведении временного гемиепифизеодеза велика вероятность (до 22%) неполного примыкания метафизарной части пластины к кости. Согласно данным численного моделирования напряжений под действием силы, возникающей при росте кости, напряжения в винте превышают предел его прочности, что может привести к разрушению имплантата с течением времени. Для повышения эффективности метода управляемого роста у детей с системными дисплазиями скелета необходима разработка конструкций, которые будут учитывать особенности конфигурации эпиметафизов костей и формирования сустава у данной группы пациентов.

Ключевые слова: системные скелетные дисплазии, численное моделирование, временный гемиепифизеодез, пластины.

Numerical Simulation of Strain within the Constructions for Temporary Hemiepiphyseodesis in Patients with Systemic Skeletal Dysplasias

V.M. Kenis, E.S. Morenko, A.V. Korshunov, R.V. Kleimanov

The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

Introduction. Guided growth (temporary hemiepiphyseodesis) methods for the correction of axial deformities at the knee joint level in children are used mainly in patients with idiopathic deformities. In patients with systemic skeletal dysplasias the use of these techniques does not take into account the peculiarities of the pathological process.

Purpose of study: to evaluate with radiographs the incidence of incomplete plate-bone contact at temporary hemiepiphyseodesis; to assess tensely deforming condition of metal implants using numerical simulation of strain in patients with systemic skeletal dysplasias for the prognosis of their potential failure.

Patients and methods. Postoperative radiographs were analyzed for 58 children with systemic skeletal dysplasias after temporary hemiepiphyseodesis (107 extremities, 188 plates; main group) and 50 patients with the deformities of other etiology (control group). Plate-metaphysis contact was considered to be incomplete if it exceeded 2 mm. To determine the plate strains and displacement during the process of bone growth the numerical simulation using COSMOL Multiphysics Software was performed.

Results. Incomplete plate-bone contact was observed in 41 (22%) out of 188 constructions. Mean contact deficit made up 4.1 ± 1.3 mm. In control group incomplete plate-bone contact (over 2 mm) was observed only in 3 (4.5%) cases ($p < 0.05$). When a screw is not completely inserted into the bone, its' the most loaded part is out of the bone and the risk of screw breakage in the contact zone occurs. That was showed by the data of numerical strain simulation.

Conclusion. *In temporary hemiepiphyseodesis the potentiality of incomplete plate-bone contact resulting from the anatomical peculiarities of epimetaphyseal zone is up to 22%. To improve the efficacy of the guided growth method in children with systemic skeletal dysplasias the elaboration of the constructions should take into account of epimetaphyseal zone configuration.*

Key words: systemic skeletal dysplasias, numerical simulation, temporary hemiepiphyseodesis, plates.

Введение. Метод управляемого роста кости у детей становится все более востребованным среди детских ортопедов для коррекции деформаций нижних конечностей [1–6]. Данный метод отличается направленностью воздействия, малоинвазивностью, не нарушает двигательную активность пациента. Изначально этот способ применялся преимущественно для коррекции идиопатических деформаций нижних конечностей во фронтальной плоскости. В дальнейшем показания к его применению существенно расширились, и на сегодняшний день методики управляемого роста используют в том числе и у детей с системными дисплазиями скелета, при которых имеется нарушение роста и развития костной и хрящевой ткани [7–9]. У данной категории пациентов по мере роста зачастую возникают рецидивы деформаций на фоне основного заболевания, что требует повторного оперативного вмешательства. Кроме этого, наличие системного остеопороза, характерного для большинства детей со скелетными дисплазиями, затрудняет использование большинства металлоконструкций. Эти факторы позволяют рассматривать метод управляемого роста у детей с системными дисплазиями скелета в качестве метода выбора, имеющего существенные преимущества перед остеотомиями.

Несмотря на широкое использование указанного метода, инструментарий для его проведения разработан в основном для пациентов с идиопатическими деформациями, и не учитывает отличия пациентов с системными дисплазиями скелета. В первую очередь это касается анатомических особенностей кости в зоне расположения пластин. У детей с данной патологией отмечаются значительные различия в ширине эпифизарной и метафизарной зон бедренной и большеберцовой костей. Указанная особенность эпиметафизарного перехода может обуславливать появление трудностей, связанных с размещением металлоконструкций в указанной области, в виде неполного прилегания пластины. Данный феномен не получил должного освещения в литературе.

Техника установки пластины предусматривает возможность ее премоделирования (изгибания) для обеспечения более плотного контакта с костью. Однако степень этого изгиба лимитирована как свойствами металла (чрезмерное изгибание может привести к перелому пластины), так и особенно-

стью конструкции (при изгибе пластины винт не может быть проведен перпендикулярно к ней, что значительно затрудняет установку). Существуют конструкции для временного гемиепифизеоза, которые снабжены шарнирами, в том числе для достижения более плотного прилегания к кости. Однако данные литературы по применению данной модификации крайне ограничены, а на отечественном медицинском рынке подобные конструкции недоступны, в связи с чем независимо от диагноза приходится использовать стандартные пластины.

В качестве рабочей гипотезы было выдвинуто предположение, что неполное прилегание конструкции при временном гемиепифизеозе является потенциально неблагоприятным, а исследование сил, возникающих в процессе роста кости, действующих на имплантированные металлоконструкции, позволит прогнозировать возможные последствия и избегать ряда осложнений при использовании методики управляемого роста у детей со скелетными дисплазиями.

Численное моделирование на основе метода конечных элементов (Finite Element Analysis, FEA) уже давно прочно заняло место в проектировании и анализе состояний самых разнообразных технических конструкций. Численное моделирование становится востребованным и в медицине. Наибольшей проблемой при использовании численного моделирования является постановка задачи, т. е. четкая формулировка условий моделирования, выбор расчетной модели и определение граничных условий [10, 11].

Цель исследования: на основании рентгенограмм оценить риск неполного прилегания пластины при выполнении временного гемиепифизеоза у пациентов с системными дисплазиями скелета; с помощью численного моделирования напряжений, возникающих в конструкции, оценить напряженно-деформирующее состояние использованных металлических имплантатов для прогнозирования их возможной несостоятельности.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование включало два этапа. На первом этапе был проведен ретроспективный анализ послеоперационных рентгенограмм пациентов с системными дисплазиями скелета, которым выполнялся временный гемиепифизеоз пластинами

Для цитирования: Кенис В.М., Моренко Е.С., Коршунов А.В., Клейманов Р.В. Численное моделирование напряжений в конструкции для временного гемиепифизеоза у пациентов с системными дисплазиями скелета. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018; 1: 30–35.

Cite as: Kenis V.M., Morenko E.S., Korshunov A.V., Kleimanov R.V. Numerical simulation of strain within the constructions for temporary hemiepiphyseodesis in patients with systemic skeletal dysplasias. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2018; 1: 30–35.

с целью коррекции варусных и вальгусных деформаций нижних конечностей в нашей клинике с 2010 по 2016 г. Всего в основную группу вошло 58 пациентов (107 конечностей) с системными дисплазиями скелета: множественная эпифизарная дисплазия — 19 пациентов (34 конечности), метафизарная дисплазия — 6 (10 конечностей), спондилоэпифизарная дисплазия — 13 (24 конечности), диастрофическая дисплазия — 12 (23 конечности), псевдоахондроплазия — 6 (12 конечностей), метатропная дисплазия — 1 (2 конечности), дисплазия Стиклера — 1 (2 конечности). Всего было установлено 188 пластин, при этом гемиепифизеодез бедренной кости выполнен в 116 случаях, большеберцовой кости — в 72. С целью коррекции вальгусной деформации пластины устанавливали по медиальной поверхности бедренной кости — 73 (69,5%) случая и большеберцовой кости — 32 (30,5%), для устранения варусной деформации — по латеральной поверхности бедренной кости и большеберцовой кости в 43 (51,8%) и 40 (48,2%) случаях соответственно.

Контрольную группу составили 50 пациентов, среди которых было 22 ребенка (37 конечностей) с идиопатическими деформациями, 11 (11 конечностей) с посттравматическими деформациями, 9 (11 конечностей) с пороками развития нижних конечностей и 8 (8 конечностей) с болезнью Блаунта.

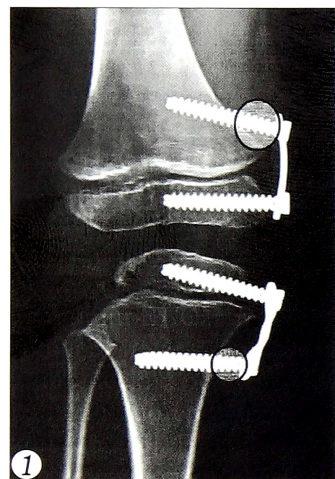


Рис. 1. Рентгенограмма коленного сустава в прямой проекции пациента Г. 5 лет. Диагноз: множественная эпифизарная дисплазия, рецессивная форма, вальгусная деформация нижних конечностей.

Отмечены зоны неполного прилегания пластин.

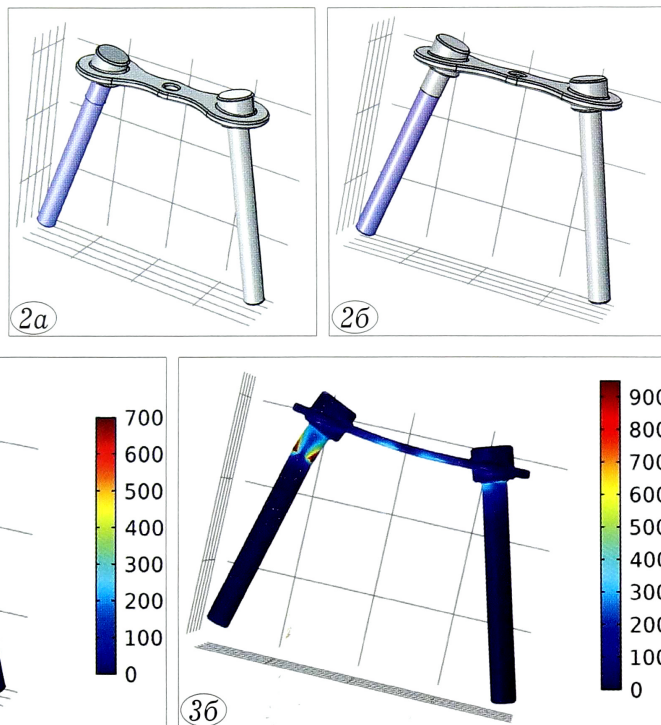


Рис. 2. Твердотельная модель пластины с винтами.

Закрепление винта полностью (а) и частично (б) погруженного в кость.

Рис. 3. Эквивалентные напряжения в пластине и винтах.

а — при установке с полным погружением винтов в кость; б — концентрация напряжений в винте, не полностью погруженном в кость (левый винт).

Всего пациентам этой группы было установлено 67 пластин.

Возраст пациентов основной группы составил $8,3 \pm 2,4$ года, контрольной группы — $9,1 \pm 2,9$ года.

На рентгенограммах оценивали прилегание пластины к метафизу кости (рис. 1). Анализ проводили по переднезадним рентгенограммам, выполненным с идентичным фокусным расстоянием 220 см, при помощи программы Intelli Space PACS DCX (версия 3.2 SP1). Измерения осуществляли от основания шляпки винта до края кортикальной пластинки метафизарной части кости. Неполным прилегание считали в том случае, если данное расстояние превышало 2 мм.

На втором этапе исследования для определения напряжений и перемещений, возникающих в процесс роста кости, было проведено численное моделирование в программном пакете COMSOL Multiphysics. Моделирование выполнялось с применением конечно-элементного анализа. Для этого была построена твердотельная модель имплантата, которая импортировалась в среду COMSOL, где осуществлялись постановка граничных условий, дискретизация расчетной модели по пространству, решение системы линейных уравнений и визуализация результатов расчета.

В качестве объекта исследования были выбраны плоская пластина с отверстиями под направляющую

спицу и спонгиозные винты, установленные под углом к пластине. Винты имитировались цилиндрическими телами с эквивалентной прочностью и жесткостью. Материал металлоконструкции — титан ВТ6.

При моделировании рассматривали два возможных варианта установки винтов при выполнении временного блокирования зоны роста: 1) оба винта полностью погружены в кость (рис. 2, а), 2) один из винтов установлен с частичным погружением в кость (рис. 2, б). С этой целью на винты накладывались граничные условия закрепления типа «жесткая заделка» по поверхностям, соответствующим погруженным в кость участкам винта (см. рис. 2). В качестве нагрузки задается линейное перемещение второго винта.

При оценке напряженно-деформированного состояния использовали критерий фон Мизеса (эквивалентные напряжения) [12]. Величина максимально допустимых напряжений для конструкции определяется материалом и его обработкой, для титана ВТ6 предельные напряжения (временное сопротивление разрыву) достигают 900 МПа.

Анализ полученных данных проводили в программном комплексе SPSS Statistics v. 23. Соответствие статистического распределения числовых показателей нормальному оценивали при помощи критерия Колмогорова–Смирнова. Для оценки полученных данных были использованы непараметрические методы статистического анализа. Сравнение двух независимых групп (основная и контрольная) осуществляли с использованием критерия Манна–Уитни, при этом статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

У 23 пациентов основной группы в результате выполненного оперативного вмешательства наблюдалось неполное прилегание пластины к метафизарной части кости из-за анатомических особенностей этой области. Всего из 188 установленных детям с системными дисплазиями скелета пластин неполно прилежала 41 (22%) конструкция. В контрольной группе неполное прилегание пластины (более 2 мм) имело место только в 3 (4,5%) случаях. Различия между группами носили статистически значимый характер ($p < 0,05$).

Как видно из таблицы, наиболее часто неполное прилегание у пациентов основной группы наблюдалось в медиальной области метафизов бедренной и большеберцовой костей. Средняя длина фрагмента винта, находящегося вне кости, составила $4,1 \pm 1,3$ мм. При этом наибольшая величина неполного примыкания пластины также отмечалась в медиальной области метафизов бедренной и большеберцовой костей.

Данные численного моделирования свидетельствовали о том, что при установке металлоконструкции с погружением винтов в кость и контактом пластины с поверхностью кости величина напряжений, возникающих в конструкции при нагрузках от роста кости, не превышали предельно допустимых для выбранного материала (рис. 3, а). Наблюдалась концентрация напряжений вблизи отверстий в пластине и под шляпкой винта. В целом конструкция продемонстрировала удовлетворительный запас прочности. При неполном

погружении винта наиболее нагруженная его часть остается вне кости и возникает опасность разрушения винта в зоне контакта с кортикальной костью (рис. 3, б). При установке пластины с неполным погружением винтов под действием силы, возникающей при росте кости, напряжения, появляющиеся в винте, превышают предел его прочности, что может привести к разрушению имплантата с течением времени.

ОБСУЖДЕНИЕ

Метод управляемого роста имеет значительную историю и не представляет собой принципиально нового слова в области коррекции деформаций. Однако с момента его становления вопрос об эффективности и безопасности используемых металлоконструкций был всегда актуален, в связи с чем постоянно происходила модификация имплантатов. Физарный хрящ представляет собой динамическую структуру [13], и в процессе роста кости конструкции могут деформироваться, ломаться или мигрировать [14–16].

В 2004 г. Р. Stevens предложил использовать с целью временного блокирования зоны роста кости пластину с двумя винтами. Данная методика нашла наиболее широкое применение, показав свою высокую эффективность в отношении идиопатических и посттравматических деформаций коленного сустава [1–3]. Работы, отражающие использование метода управляемого роста у пациентов с системными дисплазиями скелета, — единичны, а их данные показывают, что скорость коррекции при этом ниже, а частота осложнений — выше [7–9].

В литературе, посвященной остеосинтезу, подробно разработаны вопросы его механики, а на основании расчетов установлены базовые правила, предусматривающие плотный контакт фиксаторов с костью и между собой. Гемиепифизеодез по своей сути не является остеосинтезом, так как целостность кости не нарушена, в связи с этим принципы остеосинтеза не могут быть механически перенесены на данную методику. В изученной нами литературе найдены единичные публикации, посвященные изучению механических свойств восьмиобразных пластин [15, 16], при этом они основаны на физическом моделировании нагрузок. Численное моделирование также применялось, но касалось оно в основном устойчивости конструкции к нагрузкам, связанным с массой тела [17]. Мы предположили, что на фоне нарушения роста костной и хрящевой ткани у па-

Частота и величина неполного прилегания пластины к метафизу у пациентов с системными дисплазиями скелета

Показатель	Расположение пластины				Всего
	бедренная кость		большеберцовая кость		
	медиально	латерально	медиально	латерально	
Число оперированных сегментов	73	43	32	40	188
Количество пластин с неполным прилеганием к метафизу	15 (20,5%)	6 (14%)	13 (41%)	7 (17,5%)	41 (22%)
Величина неполного прилегания, мм	4,8±1,6	3,3±0,9	3,9±1,5	2,6±0,6	4,1±1,3

циентов с системными дисплазиями скелета имеется ряд анатомических особенностей, которые могут сказываться на результатах лечения. Как показали результаты настоящего исследования, при установке стандартных металлоконструкций возникают ситуации, при которых один из винтов не полностью погружен в кость, что было отмечено нами в 22% случаев от общего числа установленных пластин. В процессе роста это приводит к концентрации секующих нагрузок на часть винта на границе с костью, а величина этой силы прямо пропорциональна длине непогруженной части винта. Согласно данным численного моделирования напряжения, возникающие в винте, превышают предел его прочности. Такое состояние конструкции может привести к недопустимым деформациям и разрушению имплантата в процессе роста кости, а также в целом сказаться на эффективности коррекции.

В настоящей работе продемонстрирована возможность математического прогнозирования вероятных причин несостоятельности имплантируемой конструкции (в данном случае — восьмиобразной пластины). Используемый метод позволяет определить наиболее уязвимые механически элементы конструкции во избежание ее несостоятельности и проанализировать напряженно-деформированное состояние моделируемого имплантата. Моделирование дает возможность оценить состояние имплантируемой конструкции под воздействием разнообразных нагрузок еще на стадии проектирования и свести к минимуму нежелательные последствия от их использования. По результатам исследования нами констатирован факт концентрации секующих нагрузок на область винта на границе с костью, появляющейся в процессе лечения, в отличие от стандартного остеосинтеза при переломах и остеотомиях, при котором наиболее уязвимой является зона непосредственно под головкой винта. В дальнейшем нами планируется детальный анализ и численное моделирование с точным расчетом напряжений при различных вариантах установки конструкции и различной степени неполного прилегания.

Заключение. Анатомические особенности эпиметафизарного перехода у пациентов с системными дисплазиями скелета предрасполагают к тому, что при проведении оперативных вмешательств методом управляемого роста может иметь место неполное примыкание метафизарной части пластины к кости с дефицитом контакта $4,1 \pm 1,3$ мм, частота которого может достигать 22%. Данные численного моделирования напряжений, возникающих в конструкции при нагрузках в результате роста кости при установке пластин с неполным погружением винтов, указывают, что под действием силы, возникающей при росте кости, напряжения в винте превышают предел его прочности, что может привести к разрушению имплантата с течением времени. Для повышения эффективности метода управляемого

роста у детей с системными дисплазиями скелета необходима разработка конструкций, которые будут учитывать особенности конфигурации эпиметафизов костей и формирования сустава у данной группы пациентов. Это позволит минимизировать риск осложнений и количество повторных оперативных вмешательств.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Stevens P. Guided growth for angular correction: a preliminary series using a tension band plate. *J. Pediatr. Orthop.* 2007; 27 (3): 253-6. doi.org/10.1097/bpo.0b013e31803433a1.
2. Ballal M., Bruce C., Navagam S. Correcting genu varum and genu valgum in children by guided growth: temporary hemiepiphysiodesis using tension band plates. *J. Bone Joint Surg. Br.* 2010; 92 (2): 273-6. doi.org/10.1302/0301-620x.92b2.22937.
3. Goldman V., Green D. Advances in growth plate modulation for lower extremity malalignment (knock knees and bow legs). *Cur. Opin. Pediatr.* 2010; 22: 47-53. doi.org/10.1097/mop.0b013e318328334a600.
4. Patwardhan S., Shah K., Shyam A. et al. Growth modulation in children for angular deformity correction around knee — use of eight plate. *Int. J. Paediatr. Orthop.* 2015; 1 (1): 33-7.
5. Stevens P. Guided growth: 1933 to the present. *Strat. Traum. Limb. Recon.* 2006; 1 (1): 29-35. doi.org/10.1007/s11751-006-0003-3.
6. Моренко Е.С., Кенис В.М. Коррекция осевых деформаций коленного сустава у детей методом управляемого роста (обзор литературы). *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2016; 4 (1): 57-62 [Morenko E.S., Kenis V.M. Guided growth for correction of axial deformities of the knee in children: a literature review. *Pediatric traumatology, orthopaedics and reconstructive surgery.* 2016; 4 (1): 57-62 (in Russian)]. doi: 10.17816/PTORS4157-62.
7. Кенис В.М., Клычкова И.Ю., Мельченко Е.В. и др. Коррекция деформаций нижних конечностей у детей с помощью метода управляемого роста. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2013; 4: 50-5 [Kenis V., Klychkova I., Mel'chenko E. et al. Guided growth technique for correction of lower extremity deformities in children. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova.* 2013; 4: 50-5 (in Russian)].
8. Stevens P.M., Klatt J.B. Guided growth for pathological physes: radiographic improvement during realignment. *J. Pediatr. Orthop.* 2008; 28 (6): 632-9. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181841fda.
9. Boero S., Michelis M.B., Riganti S. Use of the eight-Plate for angular correction of knee deformities due to idiopathic and pathologic physis: initiating treatment according to etiology. *J. Child. Orthop.* 2011; 5 (3): 209-16. doi.org/10.1007/s11832-011-0344-4.
10. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы. М.: Мир; 1984 [Gallager R. Finite element method. Principles. Moscow: Mir; 1984 (in Russian)].
11. Трусов П.В., ред. Введение в математическое моделирование: Учебное пособие. М.: Логос; 2004 [Trusov P.V., ed. Introduction into mathematical modeling. Textbook. Moscow: Logos; 2004 (in Russian)].
12. Феодосьев В.И. Соппротивление материалов. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана; 1999 [Feodos'ev V.I. Strength of materials. Moscow: Izdatel'stvo MG TU im. N.E. Bauman; 1999 (in Russian)].
13. Заварухин В.И., Моренко Е.С., Свиридов М.К., Говоров А.В. Эмбриональное развитие и строение зоны роста. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2015; 3 (2): 61-5

- [Zavarukhin V.I., Morenko E.S., Sviridov M.K., Govorov A.V. Embryonic development and the structure of the growth plate. Pediatric traumatology, orthopaedics and reconstructive surgery. 2015; 3 (2): 61-5 (in Russian)]. doi: 10.17816/PTORS3261-65.
14. Schroerlucke S., Bertrand S., Clapp J. et al. 2009. Failure of Orthofix eight-Plate for the treatment of Blount disease. J. Pediatr. Orthop. 2009; 29 (1): 57-60. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181919b54.
15. Burghardt R.D., Specht S.C., Herzenberg J.E. Mechanical failures of eight-plateguided growth system for temporary hemiepiphysiodesis. J. Pediatr. Orthop. 2010; 30 (6): 594-7. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181e4f591.
16. Stitgen A., Garrels K., Kobayashi H. et al. Biomechanical comparison between 2 guided-growth constructs. J. Pediatr. Orthop. 2012; 32 (2): 206-9. doi:10.1097/BPO.0b013e31823f09a3.
17. Хмизов С.О., Прозоровський Д.В., Суббота І.А., Єршов Д.В. Напружено-деформований стан проксимального відділу великогомілкової кістки дитини при tibia vara в умовах однобічного блокування проксимальної росткової зони фіксаторами різних типів. Травма. 2016; 17 (1): 77-84 [Khmyzov S.O., Prozorovsky D.V., Subbota I.A., Yershov D.V. Stress strain state of the proximal tibia in a child with tibia vara using unilateral hemiepiphysiodesis with different types of devices. Travma. 2016; 17 (1): 77-84 (in Ukrainian)].

Сведения об авторах: Кенис В.М. — доктор мед. наук, зам. директора по развитию и внешним связям, рук. отделения патологии стопы, нейроортопедии и системных заболеваний НИДОИ им. Г.И. Турнера; Моренко Е.С. — аспирант того же отделения; Коришинов А.В. — канд. техн. наук, доцент кафедры «теплофизика энергетических установок» Института энергетики и транспортных систем СПбПУ; Клейманов Р.В. — аспирант кафедры «физико-химия и технология микро-системной техники» Института металлургии СПбПУ.

Для контактов: Кенис Владимир Маркович. E-mail: kenis@mail.ru.

Contact: Kenis Vladimir M. – Dr. med. sci., Deputy director, Head of the department for foot pathology, neuro-orthopaedics and systemic diseases, The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopaedics. E-mail: kenis@mail.ru.

ИНФОРМАЦИЯ

II Международный конгресс ассоциации ревмоортопедов

Москва, 21–22 сентября 2018 г.

Организаторы:

Ассоциация ревмоортопедов, Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой, Министерство здравоохранения Российской Федерации, Министерство образования и науки Российской Федерации, Российская академия наук, Федеральное агентство научных организаций (ФАНО), Ассоциация травматологов-ортопедов России, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Российский университет дружбы народов, Международное общество восстановления хряща (ICRS)

ТЕМАТИКА:

- Повреждение хряща
- МРТ диагностика повреждений хряща
- Современный подход к лечению остеоартрита, новое понимание физиологии мезенхимальных клеток
- Microfracture vs AMIC; развитие технологии ACI; место MSC
- Связочный баланс — защита от хондральных повреждений
- Роль повреждения менисков в развитии остеоартрита
- Трансплантация менисков
- Сочетанные повреждения
- Медиальный артроз: остеотомия + трансплантация мениска, одномышечковое эндопротезирование
- Пателлофemorальный артроз: MPFL, транспозиция бугристости, ACI scaffold
- Ремоделирование кости
- Остеонекроз: современный взгляд на патогенез и методы лечения
- Остеопороз локальный и генерализованный
- Потеря костной массы при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава
- Реконструкция вертлужной впадины при помощи индивидуальных титановых имплантатов
- Применение костных трансплантатов для заполнения дефектов кости
- Современные возможности создания аутологичных костных трансплантатов
- Эндопротезирование коленного сустава в условиях недостатка костной массы

Контакты: Евгений Альбертович Нарышкин.

Тел.: +7 (968) 926-66-44, e-mail: naryshkin.evgeniy@gmail.com.

Официальный сайт мероприятия: www.2018.rheumo.surgery