

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ И КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМОПЛАНТОГРАММ У ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ВРОЖДЕННОЙ РЕЦИДИВИРУЮЩЕЙ КОСОЛАПОСТЬЮ ДО И ПОСЛЕ ЛЕЧЕНИЯ ПО МЕТОДУ Г.А. ИЛИЗАРОВА

Леончук С.С.¹, Долганова Т.И.¹, Мартель И.И.¹

¹ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия (640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6), e-mail: leon4yk@mail.ru

Проведен количественный и качественный анализ динамоплантограмм у 17 детей 7–17 лет (21 стопа) с врожденной рецидивирующей косолапостью до и после лечения по методу Г.А. Илизарова. Средний возраст обследуемых детей составил $-13,6 \pm 3,8$ лет. Всех пациентов разделили по наличию компонентов деформации, которые были доминирующими и не устранялись при ручной редрессации до гиперкоррекции, на 2 группы. Все обследованные пациенты получали лечение по методу Г.А. Илизарова. Для контроля использованы данные обследования 17 здоровых детей 7–17 лет без ортопедической патологии стоп. Количественная и качественная оценка динамоплантограмм производилась с помощью комплекса «ДиаСлед-Скан», г. Санкт-Петербург. До лечения все показатели динамоплантограммы в статике и при ходьбе у пациентов с рецидивирующей косолапостью отклонялись от нормы. После оперативного лечения коэффициенты стопы и расчетные показатели парциальной нагрузки в статике соответствовали значениям нормы, но при ходьбе у пациентов с рецидивом эквинусного компонента деформации стопы отмечалась умеренная перегрузка переднего отдела (в среднем на 30 %), а также у всех пациентов сохранялась сниженной (в среднем на 50 %) нагрузка на первый палец стопы, что можно рассматривать как дополнительные количественные критерии мышечного дисбаланса конечности при врожденной косолапости и учитывать при восстановительном лечении ребенка.

Ключевые слова: врожденная косолапость, рецидив, дети, чрескостный остеосинтез.

QUANTITATIVE AND QUALITATIVE ANALYSIS OF DINAMOPLANTOGRAMMES OF SCHOOL-AGE CHILDREN WITH CONGENITAL RECURRENT CLUBFOOT BEFORE AND AFTER TREATMENT BY THE METHOD OF G.A. ILIZAROV

Leonchuk S.S.¹, Dolganova T.I.¹, Martel I.I.¹

¹Federal State Budget Institution «The Russian Ilizarov Scientific Center «Restorative traumatology and orthopedics» of the Ministry of Health of Russia, Kurgan, Russia (640014, Kurgan, street M. Ulianova, 6), e-mail: leon4yk@mail.ru

The quantitative and qualitative analysis of the dinamoplantogrammes was done in 17 children at the age of 7-17 years old (21 feet) with congenital recurrent clubfoot before and after the treatment by the method of G.A. Ilizarov. The average age of the surveyed children was $-13,6 \pm 3,8$ years. All patients were divided by the presence of the components of the deformation, which were dominant and not eliminated by the manual redressment to overcorrection, into 2 groups. All surveyed patients received treatment according to the method of G.A. Ilizarov. For the control of used facts from the survey of 17 healthy children 7-17 years old without orthopedic foot pathology. Quantitative and qualitative assessment of dinamoplantogrammes was carried out with the help of "DiaSled-Scan", the city of Saint-Petersburg. Before treatment all indicators of dinamoplantogrammes in statics and walking in patients with recurrent clubfoot deviated from the norm. After surgical treatment the coefficients and estimates of the partial load of the foot in statics were corresponded to the values of the norm, but when walking in patients with relapsed equinus component of foot deformation was observed moderate overload forefoot (on the average on 30%), as well as in all patients remained reduced (on the average on 50%) of the load on the first toe of the foot, which can be viewed as additional quantitative criteria of the muscle imbalance limbs with congenital clubfoot and take into account the rehabilitation of the child.

Keywords: congenital clubfoot, recurrence, children, transosseous osteosynthesis.

Введение. Врожденная косолапость представляет собой порок развития костной, мышечной и сосудистой систем на фоне нарушения деятельности центральной и периферической нервной системы вследствие общей дисплазии организма с преимущественным поражением стопы и голени [4]. Более 100 тысяч детей во всем мире

ежегодно рождаются с данной патологией, где 80 процентов всех случаев приходится на развивающиеся страны [10]. Достаточно велик процент рецидива деформации после первичного лечения, который составляет до 70 % [8]. Наличие мышечного дисбаланса, напряжения укороченных мягких тканей, изменений периферической гемодинамики, особенно на фоне роста ребенка и ранее проведенных вмешательств, приводят к развитию вторичных изменений костной системы голени и стопы, способствуя рецидиву и укреплению деформации сегмента. Традиционные методики консервативного лечения рецидивирующих форм косолапости в группе пациентов школьного возраста являются малоэффективными и на первый план выходят оперативные вмешательства на костях стопы и голени [6, 8, 9]. Восстановление опороспособности пораженной конечности является первым шагом в реабилитации детей с врожденной рецидивирующей косолапостью.

Динамоплантограмма – одна из основных биомеханических методик, используемых для оценки функционального состояния стопы по анализу распределения нагрузки подошвенной поверхности [7]. В связи с этим представляется актуальным исследование динамоплантограмм у больных детей школьного возраста с врожденной рецидивирующей косолапостью до и после лечения их методом чрескостного остеосинтеза.

Цель исследования: количественный и качественный анализ динамоплантограмм у пациентов 7–17 лет с врожденной рецидивирующей косолапостью до и после лечения по методу Г.А. Илизарова.

Материалы и методы исследования. В амбулаторных условиях было проведено исследование динамоплантограмм у 17 пациентов 7–17 лет (21 стопа) с врожденной рецидивирующей косолапостью до и после лечения методом чрескостного остеосинтеза по Г.А. Илизарову. Средний возраст обследуемых детей составил $13,6 \pm 3,8$ лет.

Клинически у обследуемых пациентов с врожденной косолапостью отмечался рецидив многокомпонентной деформации стопы. Рецидив таких компонентов как эквинус, супинация и приведение переднего отдела стопы у обследованных пациентов мы связываем как с исходным укорочением данных структур, так и с наличием послеоперационных рубцов по задней поверхности нижней трети голени и медиально-плантарной поверхности стопы от первичных хирургических вмешательств. Мы разделили всех пациентов по наличию компонентов деформации, которые были доминирующими и не устранялись при ручной редрессации до гиперкоррекции, на 2 группы:

1) деформация переднего и заднего отделов стопы (супинация, приведение) в сочетании с эквинусным компонентом (пациент перегружал передне-наружный край стопы, при этом задний отдел стопы оставался без нагрузки);

2) деформация стопы (супинация, приведение) без эквинусного компонента (пациент перегружал наружный край как переднего, так и заднего отделов стопы).

Все обследованные пациенты получали лечение по методу Г.А. Илизарова. Методики включали в себя дозированную коррекцию деформации стопы и последующую фиксацию достигнутого результата аппаратом Илизарова после вмешательств на мягких тканях (чрескожная ахилло-, плантотомия) и (или) выполнения остеотомии костей стопы (средний отдел стопы и пяточная кость) [6] и (или) после стабилизирующей операции (трехсуставной артродез). У пациентов с наличием эквинусного компонента деформации стопы отмечалось выраженное напряжение ахиллова сухожилия, а у пациентов с доминированием приведения переднего отдела стопы – напряжение подошвенного апоневроза сегмента, что потребовало выполнения оперативных вмешательств на данных мягкотканых структурах.

Для контроля использованы данные обследования 17 здоровых детей 7–17 лет без ортопедической патологии стоп, у которых при регистрации подограмм отсутствовали нарушения плавности графиков суммарной нагрузки на стопы. Количественная и качественная оценка динамоплантограмм, статических и динамических параметров ходьбы производилась в позе «стоя» и при привычном темпе ходьбы с помощью комплекса «ДиаСлед-Скан», г. Санкт-Петербург.

Анализ динамоплантограммы основан на определении основных показателей межзонального распределения нагрузки на плантарной поверхности, выявлении общих перегрузок областей стопы и локальных перегрузок плантарной поверхности. Деление стопы на зоны учитывает область стопы (пяточную, область свода, головок плюсневых костей, пальцев) и положение относительно продольной оси стопы (латеральная или медиальная). Качественный анализ распределения нагрузки на отделы стопы проводился в режиме 3D отображения в статике и при ходьбе, количественный – при цифровой (*10 г/см²) визуализации.

Для количественной оценки динамоплантограммы рассчитывались следующие показатели [7]:

1. Передне-задний коэффициент опоры ($K_{Fп/з}$) – отношение суммарного давления, приходящегося на передний отдел стопы, к давлению, воспринимаемому задним отделом стопы.
2. Медиально-латеральный коэффициент опоры ($K_{F м/л (область)}$) – отношение суммарного давления, которое приходится на медиальную часть области стопы, к давлению, воспринимаемому латеральной частью этой области.

3. Парциальная нагрузка (F') на область стопы – отношение суммарного давления, которое приходится на отдельную область стопы, к давлению, воспринимаемому всей стопой, выраженное в процентах относительно нагрузки на всю стопу.

Статистическая обработка данных производилась с помощью пакета анализа данных Microsoft Office Excel-2007, дополненного разработанными И.П. Гайдышевым программами непараметрической статистики и оценки нормальности распределения выборок AtteStat [1]. Для оценки достоверности различия между выборками использован непараметрический критерий рандомизации для независимых и сопряженных вариантов. Степень взаимосвязи признаков оценивалась с помощью линейного коэффициента корреляции Пирсона. Принятый уровень значимости - 0,05 [5].

Результаты исследований и их обсуждение. В норме перекат стопы осуществляется последовательно через 5 опорных точек: пяточная кость, основание пятой плюсневой кости, головка пятой плюсневой кости, головка первой плюсневой кости и большой палец стопы. Расчетные коэффициенты динамоплантограмм здоровых детей представлены в таблице 1.

Табл. 1. Показатели динамоплантограммы в норме ($M \pm m$, n – число стоп)

<i>В статике</i>		
показатели	7–12 лет, n=18	13–17 лет, n=16
Передне-задний коэффициент опоры		
$K_{F_{п/з}}$	$1,40 \pm 0,17$	$1,38 \pm 0,19$
Медиально-латеральный коэффициент		
$K_{F_{м/л}}$ пятка	$1,03 \pm 0,07$	$0,94 \pm 0,06$
$K_{F_{м/л}}$ свод	$0,58 \pm 0,07$	$0,57 \pm 0,08$
$K_{F_{м/л}}$ плюсна.	$1,01 \pm 0,09$	$0,98 \pm 0,08$
$K_{F_{м/л}}$ пальцы	$1,09 \pm 0,15$	$0,97 \pm 0,13$
$K_{F_{м/л}}$ вся стопа	$0,86 \pm 0,061$	$0,84 \pm 0,057$
Парциальная нагрузка на область стопы		
F^2 пятка	$0,33 \pm 0,029$	$0,36 \pm 0,024$
F^2 свод	$0,14 \pm 0,017$	$0,13 \pm 0,016$
F^2 плюсна.	$0,39 \pm 0,028$	$0,38 \pm 0,027$
F^2 пальцы	$0,08 \pm 0,009$	$0,06 \pm 0,007$
<i>В динамике</i>		
Переднезадний коэффициент опоры		
$K_{F_{п/з}}$	$1,86 \pm 0,25$	$1,72 \pm 0,22$
Медиально-латеральный коэффициент		
$K_{F_{м/л}}$ пятка	$1,01 \pm 0,049$	$0,95 \pm 0,042$
$K_{F_{м/л}}$ свод	$0,60 \pm 0,055$	$0,60 \pm 0,055$
$K_{F_{м/л}}$ плюсна.	$1,00 \pm 0,11$	$1,21 \pm 0,15$
$K_{F_{м/л}}$ пальцы	$2,15 \pm 0,10$	$2,13 \pm 0,10$
$K_{F_{м/л}}$ вся стопа	$1,21 \pm 0,062$	$1,11 \pm 0,062$
Парциальная нагрузка на область стопы		
F^2 пятка	$0,33 \pm 0,040$	$0,34 \pm 0,040$
F^2 свод	$0,13 \pm 0,013$	$0,11 \pm 0,013$
F^2 плюсна.	$0,34 \pm 0,016$	$0,38 \pm 0,016$
F^2 пальцы	$0,19 \pm 0,013$	$0,17 \pm 0,013$

Обследование здоровых детей 7–17 лет показало, что в статике и при ходьбе распределение опорных нагрузок между передним и задним отделом стопы, в медиально-латеральном направлении не зависит от возраста. У детей и подростков в норме может регистрироваться уменьшение показателя соотношения задний / передний толчок менее 1,0, за счет преобладания сгибательной позиции нижних конечностей в опорной фазе, уменьшения моментов мышечных сил, формирующих задний толчок [2]. Соответственно, при ходьбе, у детей, по сравнению с взрослыми [3], показатель $K_{\text{П/З}}$ снижен за счет уменьшения нагрузки на передний отдел стопы. Соответственно, анализ показателей парциальной нагрузки на отделы стопы не выявил достоверных различий у детей и взрослых, как в статике, так и в динамике.

До лечения все показатели динамоплантограммы в статике и при ходьбе у пациентов с рецидивирующей косолапостью отклонялись от нормы.

Табл. 2. Сравнительная характеристика показателей динамоплантограмм до и после лечения ($M \pm m$, n – число стоп)

<i>В статике</i>				
Показатели	Эквинус + приведение + супинация, $n=9$		Супинация + приведение, $n=12$	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
Передне-задний коэффициент опоры				
$K_{F_{п/з}}$	$3,45 \pm 0,59^*$ (250%)	$1,24 \pm 0,32^*$ (68%)	$1,74 \pm 0,26$	$1,58 \pm 0,28$
Медиально-латеральный коэффициент				
$K_{F_{м/л}}$ пятка	$0,89 \pm 0,023$	$1,03 \pm 0,18$	$0,85 \pm 0,21$	$0,99 \pm 0,09$
$K_{F_{м/л}}$ свод	$0,14 \pm 0,06^*$ (25%)	$0,53 \pm 0,17$	$0,50 \pm 0,08$	$0,51 \pm 0,09$
$K_{F_{м/л}}$ плюсна.	$0,87 \pm 0,25$	$1,23 \pm 0,21$	$0,53 \pm 0,21^*$ (54%)	$1,22 \pm 0,33$
$K_{F_{м/л}}$ пальцы	$0,24 \pm 0,11^*$ (25%)	$0,84 \pm 0,20$	$0,78 \pm 0,31$	$1,26 \pm 0,37$
$K_{F_{м/л}}$ вся стопа	$0,51 \pm 0,11^*$ (61%)	$0,97 \pm 0,19$	$0,70 \pm 0,12$	$0,82 \pm 0,09$
Парциальная нагрузка на область стопы				
F' пятка	$0,08 \pm 0,02^*$ (22%)	$0,40 \pm 0,18$	$0,29 \pm 0,04$	$0,39 \pm 0,05$
F' свод	$0,31 \pm 0,05^*$ (238%)	$0,15 \pm 0,09$	$0,14 \pm 0,04$	$0,15 \pm 0,06$
F' плюсна.	$0,52 \pm 0,09^*$ (136%)	$0,40 \pm 0,11$	$0,44 \pm 0,08$	$0,29 \pm 0,04$
F' пальцы	$0,10 \pm 0,01$	$0,11 \pm 0,0,03$	$0,07 \pm 0,02$	$0,11 \pm 0,03$
<i>В динамике</i>				
Передне-задний коэффициент опоры				
$K_{F_{п/з}}$	$6,12 \pm 1,03^*$ (336 %)	$2,48 \pm 0,39^*$ (136 %)	$3,03 \pm 0,53^*$ (166 %)	$1,98 \pm 0,24$
Медиально-латеральный коэффициент				
$K_{F_{м/л}}$ пятка	$0,89 \pm 0,02$	$1,01 \pm 0,29$	$0,85 \pm 0,31$	$0,97 \pm 0,19$
$K_{F_{м/л}}$ свод	$0,17 \pm 0,05^*$ (28%)	$0,71 \pm 0,21$	$0,48 \pm 0,09^*$ (80 %)	$0,54 \pm 0,17$
$K_{F_{м/л}}$ плюсна.	$0,86 \pm 0,29$	$1,28 \pm 0,21$	$0,50 \pm 0,21^*$ (41%)	$1,21 \pm 0,22$
$K_{F_{м/л}}$ пальцы	$0,39 \pm 0,10^*$ (18%)	$1,08 \pm 0,19^*$ (51%)	$0,74 \pm 0,30^*$ (35 %)	$1,19 \pm 0,24^*$ (57 %)
$K_{F_{м/л}}$ вся стопа	$0,62 \pm 0,04^*$ (56%)	$1,08 \pm 0,18$	$0,65 \pm 0,13^*$ (58 %)	$0,98 \pm 0,17$
Парциальная нагрузка на область стопы				
F' пятка	$0,10 \pm 0,02^*$ (29,4 %)	$0,39 \pm 0,15$	$0,16 \pm 0,03^*$ (47%)	$0,36 \pm 0,11$
F' свод	$0,26 \pm 0,03^*$ (236 %)	$0,13 \pm 0,09$	$0,13 \pm 0,07$	$0,17 \pm 0,09$
F' плюсна.	$0,62 \pm 0,02^*$ (163 %)	$0,40 \pm 0,09$	$0,58 \pm 0,03$ (153%)	$0,33 \pm 0,09$
F' пальцы	$0,03 \pm 0,02^*$ (18 %)	$0,20 \pm 0,08$	$0,10 \pm 0,011^*$ (59%)	$0,11 \pm 0,05$
Примечание: * показана достоверность различий $P \leq 0,05$ относительно значений нормы, в скобках % относительно значений нормы.				

Сравнительная характеристика показателей динамоплантограмм стоп пациентов с доминирующими эквинусом, приведением и супинацией переднего отдела и деформированных стоп с супинацией и приведением в различные периоды лечения аппаратом Илизарова представлена в таблице 2.

До лечения все показатели динамоплантограммы в статике и при ходьбе у пациентов с рецидивирующей косолапостью отклонялись от нормы и были более выражены при деформациях стопы с преобладанием эквинуса. Так, в 2,5 раза в статике и в 3,4 раза при ходьбе был увеличен передне-задний коэффициент стопы. По данным подографии точка восьмеркообразного перекреста общего центра давления при ходьбе смещена кпереди; продолжительность переката через стопу была уменьшена за счет заднего отдела, снижен задний толчок за счет сниженного максимального тыльного сгибания в голеностопном и максимального разгибания в коленном суставах (рис. 2). На 40 % был снижен медиально-латеральный коэффициент стопы с выраженной перегрузкой свода и плюсневого отдела сегмента.

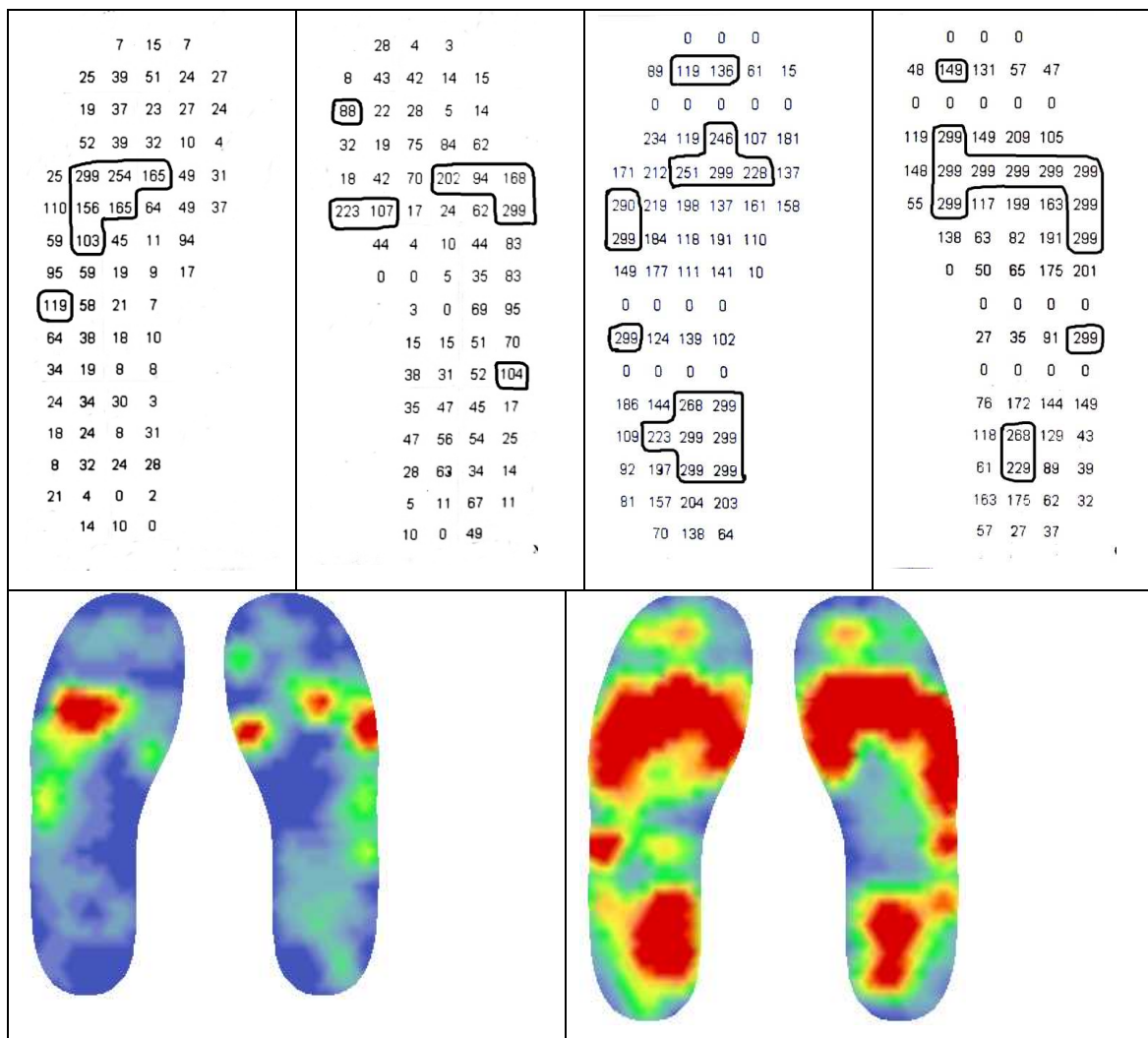




Рис. 2. Результаты предоперационного обследования пациента Т., 11 лет диагноз: Врожденная двусторонняя рецидивирующая косолапость. Эквино-варусно-приведенная деформация стоп.

Через 1 год после лечения в статике все основные расчетные показатели динамоплантограммы соответствовали норме, отсутствовали критерии перегрузки отделов стоп. При ходьбе отмечался повышенным передне-задний коэффициент стопы (на 30 %) с уменьшением нагрузки на 1 палец сегмента (на 40–50 %). По данным подографии при ходьбе сохранялось смещение точки восьмеркообразного перекреста общего центра давления кпереди с уменьшением продолжительности переката стопы за счет заднего отдела.

У пациентов с сочетанием приведения и супинации переднего отдела стопы без эквинусного компонента деформации до лечения регистрировалось отклонение всех расчетных показателей плантограммы при ходьбе, выраженное снижение медиально-латерального коэффициента стопы с перегрузкой плюсневого отдела сегмента. Через 1 год после лечения в статике и ходьбе все основные расчетные показатели динамоплантограммы соответствовали норме, отсутствовали критерии перегрузки отделов стоп. При ходьбе сохранялось уменьшение нагрузки на 1 палец стопы (на 50 %).

Выводы. Таким образом, после оперативного лечения детей школьного возраста с врожденной рецидивирующей косолапостью методом чрескостного остеосинтеза по Илизарову, по данным динамоплантографии, в статике передне-задний, медиально-латеральный коэффициенты стопы и расчетные показатели парциальной нагрузки на области сегмента соответствуют значениям нормы, то есть отсутствуют биомеханические условия перегрузки отделов стопы. При ходьбе у пациентов с рецидивом эквинусного компонента деформации стопы по данным подографии отмечается умеренная перегрузка переднего отдела (в среднем на 30 %), а также у всех пациентов сохраняется сниженной (в среднем на 50 %) нагрузка на первый палец стопы за счет врожденного мышечного дисбаланса конечности. Расчетные показатели динамоплантограммы можно рассматривать как дополнительные количественные критерии мышечного дисбаланса конечности при врожденной косолапости и учитывать при комплексном восстановительном лечении пациента до окончания периода роста ребенка.

Список литературы

1. Гайдышев, И.П. Решение научных и инженерных задач средствами Excel, VBA и C/C++ / И.П. Гайдышев. – СПб.: БВХ – Петербург, 2004. – 512 с.
2. Диагностическая информативность медиального смещения траектории проекции общего центра давления у детей и подростков при ходьбе / Т.И. Долганова, Д.В. Долганов, Т.И. Меньщикова, Н.В. Сазонова // Российский журнал биомеханики. – 2011. – Т. 15, № 2. – С. 91-99.
3. Долганова, Т.И. Количественный и качественный анализ динамоплантограмм у пациентов с повреждениями таранной кости после лечения по методу Г.А. Илизарова / Т.И. Долганова, И.И. Мартель, В.А. Наричын // Гений ортопедии. – 2010. – № 3. – С. 105-111.
4. Клинико-физиологические составляющие врожденной косолапости / И.Ю. Клычкова, И.А. Гусева, О.М. Янакова, О.В. Барлова // Травматология и ортопедия России. – 2008. – № 3. – С. 35-38.
5. Лакин, Г.Ф. Биометрия. Учебное пособие, 4-е изд. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
6. Леончук, С.С. Оперативное лечение детей младшего школьного возраста с врожденной рецидивирующей косолапостью методом чрескостного остеосинтеза / С.С. Леончук, Г.П. Иванов, А.С. Неретин // Гений ортопедии. – 2012. – № 2. – С. 118-122.
7. Смирнова, Л.М. Качественный анализ динамоплантограмм в оценке функционального состояния стопы / Вестник гильдии протезистов-ортопедов. – 2006. – № 3–4. – С. 74-81.
8. Шевцов, В.И. Чрескостный остеосинтез в хирургии стопы / В.И. Шевцов, Г.Р. Исмаилов. – М.: Медицина, 2008. – 360 с.
9. Ferreira, R.C. Recurrent clubfoot-approach and treatment with external fixator / R.C. Ferreira, M.T. Costa // Foot Ankle Clin. – 2009. Vol. 14 (3). – P. 435-445.
10. Ponseti, I.V. Clubfoot: Ponseti management / I.V. Ponseti. - 2nd ed. Global Help Publications, 2005. – 31 p.

Рецензенты:

Атманский И.А., д.м.н., заведующий кафедрой травматологии и ортопедии ГБОУ ВПО «Южно-Уральский медицинский университет» Минздрава Российской Федерации, г. Челябинск.

Ерофеев С.А., д.м.н., профессор кафедры травматологии и ортопедии ГБОУ ВПО «Омская государственная медицинская академия» Минздрава Российской Федерации, г. Омск.