

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1797>

Ригидность деформации стоп при врожденной косолапости. Индекс ригидности стопы

М.В. Власов

Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород, Россия

АННОТАЦИЯ

Актуальность. До настоящего времени в мире не существует единой системы оценки степени тяжести врожденной косолапости у новорожденных и детей раннего возраста. Классификации, объективно учитывающие ригидность деформации стоп и степень «податливости» тканей к редрессирующим усилиям, отсутствуют. Однако термин «ригидность» деформации стоп часто используют при субъективной оценке степени выраженности деформации стоп, вкладывая в его смысл степень «сопротивления» тканей стопы при ручной коррекции элементов деформации. При этом отсутствует объективная количественная оценка степени ригидности стопы.

Цель — ввести новый клинический признак — «ригидность деформации стоп», который позволит объективно оценить тяжесть деформации стоп при врожденной косолапости.

Материалы и методы. Перед наложением первой гипсовой повязки у 229 детей на 350 стопах было выполнено клинко-динамометрическое обследование с последующим математическим расчетом индекса ригидности стопы. Статистический анализ производили при помощи непараметрического *U*-критерия Манна – Уитни, коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты. При сравнении всех клинко-динамометрических показателей между врожденной косолапостью I–IV степени получены статистически значимые отличия ($p \leq 0,05$). Отмечается общая тенденция для пациентов с врожденной косолапостью независимо от степени тяжести: чем выше степень деформации, тем больше необходимо приложить усилий для ее устранения, тем меньше угол одномоментной коррекции и тем выше индекс ригидности стопы. Результаты корреляционного анализа Спирмена показателей клинко-динамометрического обследования у детей при врожденной косолапости I–II степени указывают на мобильный характер деформации стоп, при III степени — на ригидный вариант деформации, а при IV степени — на крайне ригидную степень деформации.

Заключение. Ригидность деформации стопы — это достаточно важный клинический признак, характеризующий степень выраженности деформации стопы, который имеет количественную характеристику — индекс ригидности. Определение степени ригидности перед началом лечения имеет важное практическое значение. Исходные данные ригидности стопы позволяют объективно оценить степень тяжести деформации и подобрать индивидуальный подход к ее устранению при наложении этапных гипсовых повязок по методу Понсети.

Ключевые слова: врожденная косолапость; степень деформации; ригидность деформации; индекс ригидности стопы; метод Понсети; ортопедия; дети.

Как цитировать

Власов М.В. Ригидность деформации стоп при врожденной косолапости. Индекс ригидности стопы // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2024. Т. 14, № 2. С. 173–182. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1797>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1797>

Rigidity of foot deformity in congenital clubfoot: foot stiffness index

Maksim V. Vlasov

Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: A unified system for assessing the severity of congenital clubfoot in newborns and young children worldwide remains to be established. "Rigidity" of foot deformity refers to the degree of "resistance" of foot tissues during manual correction of elements of the deformity and is often used in subjective severity of foot deformity assessment. However, there is no objective quantitative assessment for the degree of foot rigidity.

AIM: The study aimed to introduce a novel clinical sign — "rigidity of foot deformation", which enables objective assessment of the severity of foot deformity in congenital clubfoot.

MATERIALS AND METHODS: Before applying the first plaster cast, a clinical dynamometric examination was performed on 350 feet of 229 children, followed by a mathematical calculation of the foot rigidity index. Statistical analysis was performed using the nonparametric Mann–Whitney *U*-test and Spearman's rank correlation coefficient. Differences were considered significant at $p < 0.05$.

RESULTS: Significant differences were found in all clinical and dynamometric parameters between congenital clubfoot of I–II, III, and IV degrees ($p \leq 0.05$). Generally, the higher the degree of deformity, the more effort required to eliminate it, the smaller angle of simultaneous correction, and the higher index of foot rigidity. The results of Spearman's correlation analysis of clinical dynamometric examination indicators in children with congenital clubfoot of I–II degree may indicate the mobile nature of the foot deformity; III degree, a rigid version of the deformity; and IV degree, an extremely rigid degree of deformity.

CONCLUSIONS: Rigidity of the foot deformity is a crucial clinical sign that characterizes the severity of the foot deformity, which has a quantitative characteristic — the rigidity index. Initial data on foot rigidity enables objective assessment of the severity of the deformity and selecting an individual approach to its elimination when applying staged plaster casts using the Ponseti method.

Keywords: congenital clubfoot; degree of deformity; rigidity of deformity; rigidity index; Ponseti method; orthopedics; children.

To cite this article

Vlasov MV. Rigidity of foot deformity in congenital clubfoot: foot stiffness index. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2024;14(2):173–182. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1797>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1797>

先天性马蹄内翻足的足部畸形僵硬。足部僵硬指数

Maksim V. Vlasov

Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

摘要

现实意义。迄今为止，世界上还没有一个统一的系统来评估新生儿和幼儿先天性马蹄内翻足的严重程度。目前还没有客观考虑足部畸形的僵硬程度和组织对矫正力的“柔韧”程度的分类方法。然而，足部畸形的“僵硬度”一词通常用于主观评估足部畸形的严重程度，其含义是指在手动矫正畸形元素时足部组织的“阻力”程度。同时，足部僵硬程度没有客观的量化评估。

本研究旨在引入一种新的临床体征——“足部畸形僵硬度”，从而使客观评估先天性马蹄内翻足部畸形的严重程度成为可能。

材料与方法。在使用第一个石膏绷带之前，对229名儿童的350只脚进行了临床和动力检查，然后用数学方法计算了脚的僵硬指数。统计分析采用非参数Manna-Whitney U标准和Spearman等级相关系数。

当 $p < 0.05$ 时，差异被认为是可靠的。

结果。在比较I-IV度先天性马蹄内翻足之间的所有临床和动力参数时，获得了具有统计学意义的差异($p \leq 0.05$)。无论严重程度如何，先天性马蹄内翻足患者都有一个普遍的趋势：畸形程度越高，矫正所需的努力越大，单阶段矫正角度越小，足部僵硬指数越高。对I-II度先天性马蹄内翻足患儿的临床和动力检查参数进行斯皮尔曼相关性分析的结果表明，足部畸形具有活动性，III度为僵硬型畸形，IV度为极度僵硬型畸形。

结论。足部畸形的僵硬度是一个相当重要的临床表现，它是足部畸形严重程度的特征。这一体征有一个定量特征——僵硬指数。在开始治疗前确定僵硬程度具有重要的实际意义。根据足部僵硬度的初步数据，我们可以客观地评估畸形的严重程度，并在按照Ponseti方法进行阶段性石膏固定时，选择个性化的方法来消除畸形。

关键词：先天性马蹄内翻足；畸形程度；畸形僵硬度；足部僵硬度指数；Ponseti法；矫形；儿童。

引用本文

Vlasov MV. 先天性马蹄内翻足的足部畸形僵硬。足部僵硬指数. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2024;14(2):173–182. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1797>

АКТУАЛЬНОСТЬ

Врожденная косолапость — один из самых частых пороков развития опорно-двигательного аппарата у детей, частота встречаемости которого среди населения Российской Федерации имеет средние значения и составляет 1–3 на каждую 1000 новорожденных [1, 2]. Имеются работы, в которых прослеживается тенденция к увеличению числа рожденных детей с врожденной косолапостью [3].

В последние годы произошла научно обоснованная смена парадигмы лечения врожденной косолапости: от консервативной техники Ките и различных хирургических методов к технике Понсети (I. Ponseti) [4–9]. Методика устранения деформации по Понсети сводится к постепенному устранению основных компонентов деформации стопы, наложению гипсовых повязок, тенотомии укороченного ахиллова сухожилия и длительному ношению корригирующих отводящих шин [10–14]. При этом эффективность мануальной коррекции элементов врожденной косолапости напрямую зависит от степени выраженности патологических изменений в капсулярно-связочных тарзальных структурах и сухожильно-мышечных элементах голени и стопы, которые препятствуют коррекции костей, вовлеченных в деформацию и определяют степень ригидности стопы [15, 16]. Так, при мануальном воздействии необходимо приложить усилия, направленные на преодоление ригидности патологически измененных мягко тканых структур стопы при врожденной косолапости с целью их растяжения и восстановления правильных анатомических взаимоотношений в тарзальных суставах стопы. До настоящего времени в мире не существует единой системы оценки степени тяжести врожденной косолапости у новорожденных и детей раннего возраста [17]. На сегодняшний день известно большое количество классификаций врожденной косолапости [18–20]. Классификации, объективно учитывающие ригидность деформации

стоп и степень «податливости» тканей к редрессирующим усилиям, отсутствуют. Однако термин «ригидность» деформации стоп часто используют при субъективной оценке степени выраженности деформации стоп, вкладывая в его смысл степень «сопротивления» тканей стопы при ручной коррекции элементов деформации [21–24]. При этом отсутствует объективная количественная оценка степени ригидности стопы.

Таким образом, ригидность деформации стоп при врожденной косолапости — это достаточно важный клинический признак, характеризующий степень выраженности деформации стоп и, безусловно, имеющий количественную характеристику.

Цель исследования — разработать и обосновать новый клинический признак — «ригидность деформации стоп», который позволит объективно оценить тяжесть деформации стоп при врожденной косолапости.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Перед началом лечения по методу Понсети было проведено клинико-динамометрическое обследование 229 детей на 350 стопах. Согласно классификации врожденной косолапости по Dimeglio (1995) [18] легкая (I) и средняя (II) степень тяжести деформации была выявлена у 52 детей (80 стоп), тяжелая (III) степень — у 105 (160 стоп) и крайне тяжелая (IV) степень деформации — у 72 детей (110 стоп). Определение усилий, необходимых для устранения деформации, осуществлялось с помощью динамометра PCE-FB 200 (Германия). Диапазон измерения силы динамометра составляет 20–200 Н. Цена деления — 0,05 Н.

Измерение динамометрических показателей производится следующим образом. Ребенок лежит на спине, конечность согнута под углом 90° в коленном и тазобедренном суставах. Устанавливают и фиксируют одну



Рис. 1. Установка центра угломера в проекции таранно-ладьевидного сустава

Fig. 1. Setting the center of the goniometer in the talonavicular joint



Рис. 2. Фиксация усилия в ньютонах на дисплее динамометра при коррекции деформации

Fig. 2. Fixing the force (Newton) on the dynamometer display when correcting deformity

браншу угломера по оси голени, а вторую — на тыльной поверхности стопы в проекции первого межпальцевого промежутка и при этом ось шарнира угломера располагают в области таранно-ладьевидного сустава (рис. 1).

При устранении внутренней ротации стопы происходит содружественное смещение переднего отдела стопы и бранши угломера, расположенного на ее тыльной поверхности. Исследователь фиксирует стопу рукой и устанавливает большой палец в области головки таранной кости, а второй рукой, удерживая динамометр, располагает его упор в области I плюсне-фалангового сустава и осуществляет давление на передний отдел стопы, устраняя деформацию с усилием 4 Н (рис. 2). При достижении усилия 4 Н, которое регистрируется на дисплее динамометра, дальнейшая коррекция деформации прекращается. При этом достигнутый угол коррекции деформации в градусах при усилии 4 Н определяется на шкале угломера. Для точности измерения замеры повторяются несколько раз. Полученные в ходе обследования показатели позволяют рассчитать индекс ригидности стопы (ИРС). ИРС представляет собой отношение значения приложенного усилия 4 Н к достигнутому показателю устранения внутренней ротации стопы относительно оси голени в градусах и рассчитывается по формуле: $ИРС = 4N/Y$, где $4N$ — усилие 4 Н, приложенное при устранении деформации; Y — величина достигнутого устранения внутренней ротации стопы относительно оси голени в градусах при усилии в 4 Н. Усилие 4 Н не является избыточным при оценке состояния стопы у детей с врожденной косолапостью и исключает возможность оказывать повреждающее воздействие на мягкотканые и костные структуры стопы при реддрессации. В то же время это усилие достаточно для определения состояния тканей стопы по углу коррекции внутренней ротации стопы у пациентов с врожденной косолапостью I–IV степени тяжести.

Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием пакета прикладных

программ Statistica 12.0. Статистическая проверка нормальности распределения была выполнена с помощью критерия Колмогорова – Смирнова, Лиллиефорса. Межгрупповое сравнение показателей клинико-динамометрического обследования у детей при врожденной косолапости разной степени тяжести производилось при помощи непараметрического U -критерия Манна – Уитни. При установлении корреляционных связей между клинико-динамометрическими показателями при врожденной косолапости был использован ранговый метод Спирмена. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Перед наложением первой гипсовой повязки у 229 детей на 350 стопах было выполнено клинико-динамометрическое обследование с определением угла коррекции деформации в градусах при усилии в 4 Н с последующим математическим расчетом ИРС при помощи формулы. Результаты межгруппового сравнения показателя достижимой коррекции деформации при усилии 4 Н и ИРС у детей с врожденной косолапостью I–IV степени тяжести перед началом лечения приведены в табл. 1.

Анализ полученных данных (табл. 1) показывает, что значение достижимой коррекции в градусах при усилии 4 Н у пациентов с врожденной косолапостью I–II степени равно $26,64 \pm 6,11^\circ$, при III степени — $22,13 \pm 6,27^\circ$ и при их межгрупповом сравнении определялась статистически значимая разница ($p = 0,001$). Показатель достижимой коррекции в градусах при усилии 4 Н при устранении деформации у пациентов с врожденной косолапостью IV степени был равен $13,80 \pm 5,68^\circ$, и при проведении межгруппового анализа с показателями при врожденной косолапости I–II и III степени определялась статистически достоверная разница ($p = 0,001$ в обоих наблюдениях).

Значение ИРС у пациентов с врожденной косолапостью I–II степени составило $0,15 \pm 0,04$, а у пациентов

Таблица 1. Сравнительный анализ показателей клинико-динамометрического обследования пациентов с врожденной косолапостью разной степени тяжести

Table 1. Comparative analysis of clinical and dynamometric examination parameters of patients with congenital clubfoot of varying severity

Исследуемый показатель	I–II степень, $n = 62$ (80 стоп), $M \pm SD$	III степень, $n = 105$ (160 стоп)		IV степень, $n = 72$ (110 стоп)	
		$M \pm SD$	p -level	$M \pm SD$	p -level
Коррекция деформации в градусах при усилии в 4 Н	$26,64 \pm 6,11$	$22,13 \pm 6,27$	0,001*	$13,8 \pm 5,68$	0,001*,**
Индекс ригидности стопы	$0,15 \pm 0,04$	$0,20 \pm 0,06$	0,001*	$0,30 \pm 0,06$	0,001*,**

Примечание. M — среднее; SD — среднееквадратичное стандартное отклонение, указывающее на разброс данных по интервалу значения признака относительно среднего.

*Уровень достоверности (критерий Манна – Уитни) различий по отношению к показателям косолапости I–II степени ($p \leq 0,05$); **уровень достоверности различий по отношению к показателям косолапости III степени.

Note. M — average; SD — root mean square standard deviation, indicating the spread of data over the interval of the characteristic value relative to the average.

*Level of significance (Mann–Whitney test) of differences in relation to indicators of clubfoot of I–II degrees ($p \leq 0,05$); **level of significance of differences in relation to indicators of class III clubfoot.

с III степенью — $0,20 \pm 0,06$, и при их сравнении определялась статистическая разница ($p = 0,001$). Уровень ИРС у пациентов с IV степенью деформации имел наибольшее значение ($0,30 \pm 0,06$) и был статистически выше при межгрупповом сравнении с показателями при врожденной косолапости I–II и III степени ($p = 0,001$ в обеих группах).

Анализ результатов клинко-динамометрического обследования стоп выявил определенные закономерности. Для пациентов с врожденной косолапостью любой степени тяжести при приложении усилия в 4 Н при коррекции деформации отмечается общая тенденция, которая заключается в следующем: чем выше степень деформации, тем достигается меньший угол коррекции деформации и тем выше ИРС. Эта разница статистически значима при межгрупповом сравнении результатов клинко-динамометрического обследования стоп при врожденной косолапости I–IV степени ($p \leq 0,05$). Результаты корреляционного анализа Спирмена показателей клинко-динамометрического обследования у детей при врожденной косолапости I–II степени представлены в табл. 2.

Анализ результатов расчета коэффициента ранговой корреляции Спирмена демонстрирует, что определяется отсутствие статистически значимой корреляционной связи между ИРС и углом коррекции деформации стопы при усилии 4 Н, при этом коэффициент ранговой корреляции Спирмена равен 0,17. Такой результат свидетельствует о линейном характере устранения деформации, при котором происходит беспрепятственное отведение стопы, без значительного сопротивления со стороны ее мягкотканых структур. Результаты корреляционного анализа Спирмена показателей клинко-динамометрического обследования у детей при врожденной косолапости III степени приведены в (табл. 3).

Из табл. 3, видно, что в процессе корреляционного анализа была выявлена умеренная отрицательная связь между показателями ИРС и углом коррекции деформации стопы при усилии 4 Н с коэффициентом ранговой корреляции $-0,49$. Это указывает на то, что чем выше индекс ригидности деформации, тем меньше угол коррекции деформации достигается при ее устранении с усилием 4 Н. Такой результат указывает на то, что врожденную косолапость III степени можно характеризовать как жесткую,

Таблица 2. Коэффициент Спирмена угла коррекции деформации стопы при усилии 4 Н и индекса ригидности стопы у детей с врожденной косолапостью I–II степени

Table 2. Spearman's coefficient of the angle of correction of foot deformity with a force of 4 N and the index of foot rigidity in children with congenital clubfoot of I–II degree

Переменные	Угол отведения стопы, в градусах	Индекс ригидности стопы
Угол коррекции деформации стопы при усилии 4 Н	1,0	0,17
Индекс ригидности стопы	0,17	1,0

Таблица 3. Коэффициент Спирмена угла коррекции деформации стопы при усилии 4 Н и индекса ригидности стопы у детей при врожденной косолапости III степени

Table 3. Spearman's coefficient of the angle of correction of foot deformity with a force of 4 N and the index of foot rigidity in children with congenital clubfoot of III degree

Переменные	Угол отведения стопы, в градусах	Индекс ригидности стопы
Угол коррекции деформации стопы при усилии 4 Н	1,0	$-0,50^*$
Индекс ригидности стопы	$-0,50^*$	1,0

*Статистически достоверна ($p \leq 0,05$).

*Statistically significant ($p \leq 0.05$).

Таблица 4. Коэффициент Спирмена угла коррекции деформации стопы при усилии 4 Н и индекса ригидности стопы у детей при врожденной косолапости IV степени

Table 4. Spearman coefficient of the angle of correction of foot deformity with a force of 4 N and the index of foot rigidity in children with congenital clubfoot of IV degree

Переменные	Угол отведения стопы, в градусах	Индекс ригидности стопы
Угол коррекции деформации стопы при усилии 4 Н	1,0	$-0,57^*$
Индекс ригидности стопы	$-0,57^*$	1,0

*Статистически достоверна ($p \leq 0,05$).

*Statistically significant ($p \leq 0.05$).

ригидную деформацию, достаточно сложно поддающуюся коррекции.

При IV степени врожденной косолапости мы видим формирование классических корреляционных связей между клиничко-динамометрическими показателями, которые позволяют характеризовать данную форму косолапости как крайне ригидную. По данным табл. 4, в ходе проведения корреляционного анализа была выявлена умеренная отрицательная связь между показателями ИРС и угла отведения стопы с усилием 4 Н с коэффициентом ранговой корреляции $-0,57$. Это указывает на то, что чем выше индекс ригидности деформации, тем достигается меньший угол коррекции деформации при ее устранении с усилием 4 Н.

ОБСУЖДЕНИЕ

До настоящего времени критерии тяжести деформации стоп при врожденной косолапости не определены и различаются у разных авторов. Так, при определении тяжести косолапости широко используется клиническая шкала Пирани (S. Pirani) [25–28], оценивающая в баллах (от 0 до 1) шесть признаков: складка над голеностопным суставом; «пустота» заднего отдела; эквинус; медиальная вертикальная складка на стопе; пальпация головки таранной кости; изгиб наружного края стопы. Существует другая оценочная система врожденной косолапости, которая известна как классификация A. Dimeglio [29–32]. Она позволяет определить выраженность клинических признаков: угол эквинусной деформации; угол варусной деформации; угол внутренней ротации стопы; угол приведения переднего отдела стопы. В зависимости от выраженности за каждый признак начисляют от 0 до 4 баллов. Дополнительные баллы начисляют при наличии выраженной кожной складки, кавуса, атрофии голени (за каждый признак по одному баллу).

За основу всех вышеназванных классификаций авторами были взяты различные сочетания результатов клинического обследования стоп. Однако эти классификации не учитывают выраженность ригидности деформации и не могут дать количественную оценку степени «податливости» тканей к редрессирующим усилиям.

При помощи клиничко-динамометрического обследования нами была изучена способность тканей стопы оказывать сопротивление корригирующим усилиям при мануальной коррекции врожденной косолапости разной степени тяжести по методу Понсети. При сравнении всех клиничко-динамометрических показателей между врожденной косолапостью I–IV степени получены статистически значимые отличия ($p \leq 0,05$). Анализ результатов клиничко-динамометрического обследования стоп выявил определенные закономерности. Для пациентов с врожденной косолапостью любой степени тяжести при приложении усилия в 4 Н при коррекции деформации отмечается общая тенденция, которая заключается в следующем:

чем выше степень деформации, тем достигается меньший угол коррекции деформации и тем выше ИРС.

Установлена корреляционная связь между клиничко-динамометрическими показателями при врожденной косолапости. Анализ результатов расчета коэффициентов ранговой корреляции Спирмена при врожденной косолапости I–II степени демонстрирует, что определяется отсутствие статистически значимой корреляционной связи между ИРС и углом коррекции деформации стопы при усилии 4 Н — $0,17$. Такой результат свидетельствует о линейном характере устранения деформации, при котором происходит беспрепятственное отведение стопы, без значительного сопротивления со стороны ее мягкотканых структур. Это указывает на то, что у детей с врожденной косолапостью I–II степени деформация стоп имеет мобильный характер, в основе которой лежит мышечный компонент (дисбаланс) с минимальными изменениями на уровне капсульно-связочного аппарата стопы. Таким образом, косолапость I–II степени можно считать мобильной с преимущественным вовлечением в патологический процесс мышечного компонента, удерживающего стопу в неправильном положении.

У детей с врожденной косолапостью III степени была выявлена умеренная отрицательная связь между показателями ИРС и углом коррекции деформации стопы при усилии 4 Н с коэффициентом ранговой корреляции $-0,50$. Такой результат указывает на то, что врожденную косолапость III степени можно характеризовать как жесткую, ригидную деформацию, достаточно сложно поддающуюся коррекции, в основе которой лежит преимущественно патологически измененный капсульно-связочный аппарат стопы с незначительными нарушениями на уровне ее костно-суставного остова.

У детей при врожденной косолапости IV степени результаты корреляционного анализа Спирмена указывают на наличие классических корреляционных связей между клиничко-динамометрическими показателями, которые позволяют характеризовать данную форму косолапости как крайне ригидную. При проведении корреляционного анализа была выявлена умеренная отрицательная связь между показателями ИРС и угла отведения стопы с коэффициентом ранговой корреляции $-0,57$. Можно констатировать, что характер устранения деформации стопы при врожденной косолапости IV степени имеет общие черты с врожденной косолапостью III степени. Однако усиление корреляционных связей при врожденной косолапости IV степени свидетельствует о крайней степени ее жесткости и ригидности деформации, которая значительно превосходит эти характеристики при врожденной косолапости III степени тяжести. Учитывая особенности корреляционных связей, мы можем сделать заключение, что врожденная косолапость IV степени относится к жесткой деформации с высоким индексом ригидности. Это может свидетельствовать о том, что в основе ригидной

деформации при врожденной косолапости IV степени лежит сочетание выраженных изменений в капсульно-связочном аппарате стопы и значительные нарушения на уровне костно-суставного остова стопы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ригидность деформации стопы — это достаточно важный клинический признак, характеризующий степень выраженности деформации стопы и безусловно должен иметь количественную характеристику — индекс ригидности. Индекс ригидности стопы позволяет количественно оценить состояние тканей стопы и определить, является ли деформация жесткой или податливой при мануальной коррекции элементов врожденной косолапости. Таким образом, индекс ригидности является основополагающим количественным признаком, характеризующим степень деформации стопы с учетом ее податливости к устранению элементов врожденной косолапости при их мануальной коррекции. Определение степени ригидности перед началом лечения имеет важное практическое значение. Исходные данные ригидности стопы позволяют объективно оценить степень тяжести деформации и подобрать

индивидуальный подход к ее устранению при наложении этапных гипсовых повязок по методу Понсети.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

Конфликт интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведенным исследованием и публикацией настоящей статьи.

Информированное согласие на публикацию. Автор получил письменное согласие законных представителей пациентов на публикацию медицинских данных и фотографий.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The author declare that they have no competing interests.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patients for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров В.В., Коченов А.Г. Бескровное лечение тяжелых форм врожденной косолапости у детей до 3 лет аппаратом Илизарова. В кн.: VII Съезд травматологов ортопедов России. Т. 2; 18–20 сентября 2002 г.; Новосибирск. Новосибирск, 2002. 176 с.
2. Кенис В.М., Клычкова И.Ю., Степанова Ю.А. Лечение детей с врожденной косолапостью по методике Понсети. Клинические рекомендации. Санкт-Петербург: Общероссийская общественная ассоциация травматологов-ортопедов России (АТОР), 2013. 30 с.
3. Баиндурашвили А.Г., Соловьева К.С., Залетина А.В., Лапкин Ю.А. Врожденные аномалии (пороки развития) и деформации костно-мышечной системы у детей // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2014. Т. 21, № 3. С. 15–20. EDN: STTRPB doi: 10.17816/vto20140315-20
4. Клычкова И.Ю., Лапкин Ю.А., Коныхов М.П., и др. Современные представления о методах консервативного лечения косолапости // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2014. Т. 2, № 4. С. 20–31. EDN: TGIVYV doi: 10.17816/PTORS2420-31
5. Bina S., Pacey V., Barnes E.H., et al. Interventions for congenital talipes equinovarus (clubfoot) // Cochrane Database Syst Rev. 2020. Vol. 5, N. 5. ID CD008602. doi: 10.1002/14651858.CD008602.pub4
6. Garcia L.C., de Jesus L.R., Trindade M.O., et al. Evaluation of kite and Ponseti methods in the treatment of idiopathic congenital clubfoot // Acta Ortop Bras. 2018. Vol. 26, N. 6. P. 366–369. doi: 10.1590/1413-785220182606183925
7. Rieger M.A., Dobbs M.B. Clubfoot // Clin Podiatr Med Surg. 2022. Vol. 39, N. 1. P. 1–14. doi: 10.1016/j.cpm.2021.08.006
8. Hopwood S., Khan F., Kemp J., et al. Clubfoot: an overview and the latest UK guidelines // Br J Hosp Med (Lond). 2023. Vol. 84, N. 1. P. 1–7. doi: 10.12968/hmed.2022.0380
9. Silvani S. The evolution of the treatment of clubfoot from posterior medial release to the Ponseti technique: my 42-year journey at the permanente medical group // Clin Podiatr Med Surg. 2024. Vol. 41, N. 1. P. 1–16. doi: 10.1016/j.cpm.2023.06.001
10. Бландинский В.Ф., Вавилов М.А., Торно Т.Э., Складнева А.Л. Лечение детей с врожденной косолапостью методом I. Ponseti // Травматология и ортопедия России. 2008. № 2. С. 32–36. EDN: KKOYIN
11. Cady R., Hennessey T.A., Schwend R.M. Diagnosis and treatment of idiopathic congenital clubfoot // Pediatrics. 2022. Vol. 149, N. 2. ID e2021055555. doi: 10.1542/peds.2021-055555
12. Nielsen M.F., Moller-Madsen B., Engell V. Treatment of clubfoot in children // Ugeskr Laeger. 2022. Vol. 184, N. 40. ID V04220238.
13. Dibello D., Colin G., Galimberti A.M.C., et al. How to cope with the Ponseti method for clubfoot: the families' standpoint // Children (Basel). 2022. Vol. 9, N. 8. ID 1134. doi: 10.3390/children9081134
14. Scanlan E., Grima-Farrell K., Ilhan E., et al. Initiating Ponseti management in preterm infants with clubfoot at term age // J Child Orthop. 2022. Vol. 16, N. 2. P. 141–146. doi: 10.1177/18632521221080476
15. Ponseti I.V. Treatment of congenital club foot // J Bone Joint Surg Am. 1992. Vol. 74, N. 3. P. 448–454. doi: 10.2106/00004623-199274030-00021
16. Maranhão D.A., Volpon J.B. Congenital clubfoot // Acta Ortop Bras. 2011. Vol. 19, N. 3. P. 163–169. doi: 10.1590/S1413-78522011000300010
17. Румянцев Н.Ю., Круглов И.Ю. Изменение степени тяжести врожденной косолапости при гипсовой коррекции стоп новорожденных по технике Понсети // Детская медицина Северо-Запада. 2011. Т. 2, № 1. С. 52–56. EDN: OZNVJH
18. Dimeglio A., Bensahel H., Souchet P., Bonnet F. Classification of clubfoot // J Pediatr Orthop B. 1995. Vol. 4, N. 2. 129–136. doi: 10.1097/01202412-199504020-00002

19. Pirani S., Outerbridge H.K., Sawatzky B., Stothers K. A reliable method of clinically evaluating a virgin clubfoot evaluation. В кн.: 21st SICOT congress. Vol. 29. Sydney, 1999. P. 2–30.
20. Ponseti V., Smoley E.N. The classic: congenital club foot: the results of treatment // *Clin Orthop Relat Res*. 2009. Vol. 467, N. 5. P. 1133–1145. doi: 10.1007/s11999-009-0720-2
21. Бландинский В.Ф., Вавилов М.А., Торно Т.Э., Донской А.В. Лечение атипичной врожденной косолапости методом Понсети // *Травматология и ортопедия России*. 2010. Т. 16, № 1. С. 75–79. EDN: LJVPR doi: 10.21823/2311-2905-2010-0-1-75-79
22. Погосян И.А., Челчушев Д.А., Соснин Е.Б. Опыт применения метода I. PONSETI в лечении различных видов эквино-кава-варусной деформации стопы у детей // *Системная интеграция в здравоохранении*. 2011. № 3. С. 30–37. EDN: OEEGHJ
23. Zhang G., Zhang Y., Li M. A modified Ponseti method for the treatment of rigid idiopathic congenital clubfoot // *J Foot Ankle Surg*. 2019. Vol. 58, N. 6. P. 1192–1196. doi: 10.1053/jjfas.2019.04.003
24. Sahoo P.K., Sahu M.M. Neglected clubfoot — a community health challenge in rural Odisha, India // *Indian J Orthop*. 2023. Vol. 57, N. 11. P. 1757–1764. doi: 10.1007/s43465-023-00923-5
25. Кенис В.М., Степанова Ю.А. Анализ причин неоптимального консервативного лечения врожденной косолапости у детей // *Травматология и ортопедия России*. 2017. Т. 23, № 3. С. 80–85. EDN: ZRXJX doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-80-85
26. Hu W., Ke B., Niansu X., et al. Factors associated with the relapse in Ponseti treated congenital clubfoot // *BMC Musculoskelet Disord*. 2022. Vol. 23, N. 1. ID 88. doi: 10.1186/s12891-022-05039-9
27. Barik S., Agarwal A. Non-zero Pirani score in corrected clubfoot due to empty heel: a prognostic dilemma // *J Clin Orthop Trauma*. 2023. Vol. 47. ID 102295. doi: 10.1016/j.jcot.2023.102295
28. Alsayed M.A., Hussein M.A., Althaqafi R.M. II, Alyami A. Conventional versus accelerated Ponseti in the management of cases of idiopathic clubfoot: a systematic review and meta-analysis // *Cureus*. 2023. Vol. 15, N. 9. ID e45041. doi: 10.7759/cureus.45041
29. Круглов И.Ю., Румянцев Н.Ю., Омаров Г.Г., Румянцева Н.Н. Изменение степени тяжести врожденной косолапости за первую неделю жизни // *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2019. Т. 7, № 4. С. 49–56. EDN: KTAIVD doi: 10.17816/PTORS7449-56
30. Zhao A., Bai R., Yao J., Liu R. The “Hand as foot” teaching model in Dimeglio classification of children clubfoot // *Asian J Surg*. 2022. Vol. 45, N. 1. P. 646–648. doi: 10.1016/j.asjsur.2021.11.007
31. Ghanem I., Ghanem D., Rassi J., Saliba I. Achilles tenotomy during Ponseti’s clubfoot treatment: better early than late // *J Pediatr Orthop B*. 2024. Vol. 33, N. 3. P. 251–257. doi: 10.1097/BPB.0000000000001106
32. Zeaiter Z., Alzein H., Daher Y. An insight on current clubfoot management: a reported data from Lebanon // *Cureus*. 2023. Vol. 15, N. 6. ID e40194. doi: 10.7759/cureus.40194

REFERENCES

1. Alexandrov VV, Kochenov AG. Bloodless treatment of severe forms of congenital clubfoot in children up to 3 years old with the Ilizarov apparatus. In: *VII congress of traumatologists and orthopedists of Russia. Vol. 2; 2002 Sept 18–20; Novosibirsk*. Novosibirsk; 2002. 176 p. (In Russ.)
2. Kenis VM, Klychkova IY, Stepanova YA. *Treatment of children with congenital clubfoot using the Ponseti method. Clinical recommendations*. Saint Petersburg: All-Russian Public Association of Traumatologists and Orthopaedists of Russia (ATOR); 2013. 30 p. (In Russ.)
3. Baidurashvili AG, Solov'yova KS, Zaletina AV, Lapkin YA. Congenital abnormalities (developmental defects) and musculoskeletal system deformities in children. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2014;21(3):15–20. EDN: STTRPB doi: 10.17816/vto20140315-20
4. Klychkova IY, Lapkin YA, Konyukhov MP, et al. Modern concepts of conservative treatment methods of clubfoot. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2014;2(4):20–31. EDN: TGIVYV doi: 10.17816/PTORS2420-31
5. Bina S, Pacey V, Barnes EH, et al. Interventions for congenital talipes equinovarus (clubfoot). *Cochrane Database Syst Rev*. 2020;5(5):CD008602. doi: 10.1002/14651858.CD008602.pub4
6. Garcia LC, de Jesus LR, Trindade MO, et al. Evaluation of kite and Ponseti methods in the treatment of idiopathic congenital clubfoot. *Acta Ortop Bras*. 2018;26(6):366–369. doi: 10.1590/1413-785220182606183925
7. Rieger MA, Dobbs MB. Clubfoot. *Clin Podiatr Med Surg*. 2022;39(1):1–14. doi: 10.1016/j.cpm.2021.08.006
8. Hopwood S, Khan F, Kemp J, et al. Clubfoot: an overview and the latest UK guidelines. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2023;84(1):1–7. doi: 10.12968/hmed.2022.0380
9. Silvani S. The evolution of the treatment of clubfoot from posterior medial release to the Ponseti technique: my 42-year journey at the permanente medical group. *Clin Podiatr Med Surg*. 2024;41(1):1–16. doi: 10.1016/j.cpm.2023.06.001
10. Blandinsky VPh, Vavilov MA, Torno TE, Skladneva AL. The treatment of clubfoot by I. Ponseti method. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2008;(2):32–36. EDN: KKOYIN
11. Cady R, Hennessey TA, Schwend RM. Diagnosis and treatment of idiopathic congenital clubfoot. *Pediatrics*. 2022;149(2):e2021055555. doi: 10.1542/peds.2021-055555
12. Nielsen MF, Moller-Madsen B, Engell V. Treatment of clubfoot in children. *Ugeskr Laeger*. 2022;184(40):V04220238.
13. Dibello D, Colin G, Galimberti AMC, et al. How to cope with the Ponseti method for clubfoot: the families’ standpoint. *Children (Basel)*. 2022;9(8):1134. doi: 10.3390/children9081134
14. Scanlan E, Grima-Farrell K, Ilhan E, et al. Initiating Ponseti management in preterm infants with clubfoot at term age. *J Child Orthop*. 2022;16(2):141–146. doi: 10.1177/18632521221080476
15. Ponseti IV. Treatment of congenital club foot. *J Bone Joint Surg Am*. 1992;74(3):448–454. doi: 10.2106/00004623-199274030-00021
16. Maranhão DA, Volpon JB. Congenital clubfoot. *Acta Ortop Bras*. 2011;19(3):163–169. doi: 10.1590/S1413-78522011000300010
17. Romyantsev NJ, Kруглов И.Ю. Clubfoot severity changes during primary treatment using Ponseti technique. *Children’s medicine of the North-West*. 2011;2(1):52–56. EDN: OZNVH
18. Dimeglio A, Bensahel H, Souchet P, Bonnet F. Classification of clubfoot. *J Pediatr Orthop B*. 1995;4(2):129–136. doi: 10.1097/01202412-199504020-00002
19. Pirani S, Outerbridge HK, Sawatzky B, Stothers K. A reliable method of clinically evaluating a virgin clubfoot evaluation. In: 21st SICOT congress. Vol. 29. Sydney; 1999. P. 2–30.

20. Ponseti V, Smoley EN. The classic: congenital club foot: the results of treatment. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(5):1133–1145. doi: 10.1007/s11999-009-0720-2
21. Blandinsky VF, Vavilov MA, Torno TE, Donskoy AV. Management of atypical clubfoot by Ponseti method. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2010;16(1):75–79. EDN: LJLVPR doi: 10.21823/2311-2905-2010-0-1-75-79
22. Pogosyan IA, Chelchushev DA, Sosnin EB. Application of the method I. Ponseti in the treatment of different types of equinovarus deformities of foot in children. *System integration in health care.* 2011;(3):30–37. EDN: OEEGHJ
23. Zhang G, Zhang Y, Li M. A modified Ponseti method for the treatment of rigid idiopathic congenital clubfoot. *J Foot Ankle Surg.* 2019;58(6):1192–1196. doi: 10.1053/j.jfas.2019.04.003
24. Sahoo PK, Sahu MM. Neglected clubfoot — a community health challenge in rural Odisha, India. *Indian J Orthop.* 2023;57(11):1757–1764. doi: 10.1007/s43465-023-00923-5
25. Kenis VM, Stepanova YA. Causes of non-optimal conservative treatment of congenital clubfoot in children. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2017;23(3):80–85. EDN: ZRXJRX doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-80-85
26. Hu W, Ke B, Niansu X, et al. Factors associated with the relapse in Ponseti treated congenital clubfoot. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022;23(1):88. doi: 10.1186/s12891-022-05039-9
27. Barik S, Agarwal A. Non-zero Pirani score in corrected clubfoot due to empty heel: a prognostic dilemma. *J Clin Orthop Trauma.* 2023;47:102295. doi: 10.1016/j.jcot.2023.102295
28. Alsayed MA, Hussein MA, Althaqafi RM II, Alyami A. Conventional versus accelerated Ponseti in the management of cases of idiopathic clubfoot: a systematic review and meta-analysis. *Cureus.* 2023;15(9):e45041. doi: 10.7759/cureus.45041
29. Kruglov IY, Rumyantsev NY, Omarov GG, Rumiantceva NN. Change in the severity of congenital clubfoot in the first week of life. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery.* 2019;7(4):49–56. EDN: KTAIVD doi: 10.17816/PTORS7449-56
30. Zhao A, Bai R, Yao J, Liu R. The "Hand as foot" teaching model in Dimeglio classification of children clubfoot. *Asian J Surg.* 2022;45(1):646–648. doi: 10.1016/j.asjsur.2021.11.007
31. Ghanem I, Ghanem D, Rassi J, Saliba I. Achilles tenotomy during Ponseti's clubfoot treatment: better early than late. *J Pediatr Orthop B.* 2024;33(3):251–257. doi: 10.1097/BPB.0000000000001106
32. Zeaiteh Z, Alzein H, Daher Y. An insight on current clubfoot management: a reported data from Lebanon. *Cureus.* 2023;15(6):e40194. doi: 10.7759/cureus.40194

ОБ АВТОРЕ

Максим Валерьевич Власов, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 603155, Нижний Новгород,
Верхне-Волжская наб., д. 18/1; ORCID: 0009-0009-4381-8340;
eLibrary SPIN: 2721-5113; e-mail: footdoc@mail.ru

AUTHOR INFO

Maksim V. Vlasov, MD, Cand. Sci. (Medicine);
address: 18/1 Verkhne-Volzhsкая emb., Nizhny Novgorod,
Russia; ORCID: 0009-0009-4381-8340; eLibrary SPIN: 2721-5113;
e-mail: footdoc@mail.ru