

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ФИКСАЦИИ МЕЖБЕРЦОВОГО СИНДЕСМОЗА У ДЕТЕЙ С ЗАКРЫТОЙ ЗОНОЙ РОСТА

Агафонова А.А.\*<sup>1</sup>, Дорохин А.И.<sup>1</sup>, Салманханов А.А.<sup>1</sup>,  
Худик В.И.<sup>2</sup>, Карпович Н.И.<sup>3</sup>, Айрапетов Г.А.<sup>3</sup>, Джоджуа А.В.<sup>4</sup>,  
Мальчевский В.А.<sup>5</sup>

DOI: 10.25881/20728255\_2024\_19\_4\_37

<sup>1</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва

<sup>2</sup> ГБУЗ города Москвы Детская городская клиническая больница им. З.А. Башляевой, Москва

<sup>3</sup> ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», Москва

<sup>4</sup> ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова», Москва

<sup>5</sup> ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет», Тюмень

**Резюме.** Обоснование: травма области голеностопного сустава, включающая межберцовый синдесмоз, нередко требует хирургического лечения и выбора оптимального метода фиксации для восстановления стабильности сустава. Недавние исследования среди взрослых показали, что межберцовая фиксация при помощи синдесмозной системы TightRope приводит к более хорошему функциональному результату лечения, чем фиксация винтами. Существует мало доказательств того, какая конструкция предпочтительнее для детей и подростков. В данном исследовании изучались результаты хирургического лечения с использованием двух различных методик межберцово́й фиксации при травмах синдесмоза голеностопного сустава у подростков.

Цель: улучшить результаты лечения переломов дистального отдела костей голени с повреждением межберцового синдесмоза у детей, путем проведения сравнительного анализа двух различных методов его фиксации.

Методы: проведено проспективное исследование открытой когорты пациентов с переломами области голеностопного сустава при наличии закрытой зоны роста дистального отдела костей голени. Возраст пациентов находился в диапазоне 15–17 лет, общее количество детей составило 62 человека. Данная когорта пациентов была разделена на две группы: основная и контрольная. В основной группе межберцовый синдесмоз был зафиксирован при помощи системы TightRope, в контрольной группе межберцовая фиксация была осуществлена кортикальным винтом 3,5 мм. Для оценки восстановления функции голеностопного сустава и стопы была использована международная шкала FAAM (подшкала adl) на сроке 10–12 недель и 6 месяцев с момента травмы. Был выполнен статистический анализ данных с расчетом t-критерия Стьюдента на уровне значимости  $p \leq 0,05$ .

Результаты: на основании статистического анализа результатов восстановления функции голеностопного сустава и стопы по шкале FAAM (подшкала adl), на сроке 10–12 недель число отличных результатов в основной группе возросло на 9,8% по сравнению с контрольной, а удовлетворительных снизилось на 51,3% при  $p \leq 0,05$ . Через 6 месяцев с момента травмы число отличных и хороших результатов возросло на 7,2%.

Заключение: использование системы TightRope позволило начать более раннюю опорную нагрузку на оперированную конечность, что в конечном итоге привело к значительному улучшению функции голеностопного сустава и стопы на всех сроках восстановления.

**Ключевые слова:** межберцовый синдесмоз, перелом лодыжек, дети и подростки, система TightRope, синдесмозный винт, шкала FAAM.

Повреждения, затрагивающие область голеностопного сустава, в педиатрической практике встречаются в 5% случаях, среди которых около 1% сопровождаются

## A COMPARISON OF FIXATION METHODS IN THE MANAGEMENT OF ADOLESCENT ANKLE SYNDESMOTIC INJURIES WITH CLOSED GROWTH PLATE

Agafonova A.A.\*<sup>1</sup>, Dorokhin A.I.<sup>1</sup>, Salmanhanov A.A.<sup>1</sup>, Khudik V.I.<sup>2</sup>, Karpovich N.I.<sup>3</sup>, Airapetov G.A.<sup>3</sup>, Dzhodzhuia A.V.<sup>4</sup>, Malchevskiy V.A.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Priorov Central Institute for Trauma and Orthopedics, Moscow

<sup>2</sup> Moscow's Healthcare Department Children Hospital of Z.A. Bashlyayeva, Moscow

<sup>3</sup> Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow

<sup>4</sup> Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow

<sup>5</sup> Tyumen State Medical University, Moscow

**Abstract.** Rationale: Ankle injuries involving the tibiofibular syndesmosis often require surgical treatment and selection of the optimal fixation method to restore joint stability. Recent studies in adults have shown that tibiofibular fixation using the TightRope syndesmosis system results in a better functional outcome than screw fixation [1; 2]. There is little evidence to support the preferred design in children and adolescents [3]. This study reviewed the surgical outcomes of two different tibiofibular fixation techniques for ankle syndesmosis injuries in adolescents.

Objective: To compare two methods of fixation of the tibiofibular syndesmosis in adolescents to improve treatment outcomes.

Methods: A prospective study of patients with a closed growth plate was performed. The age of the patients ranged from 15 to 17 years, the total number of children was 62 people. This cohort of patients was divided into two groups: the main and the control. In the main group, the tibiofibular syndesmosis was fixed using the TightRope system, in the control group, the tibiofibular fixation was performed using a 3.5 mm cortical screw. To assess the recovery of the ankle and foot function, the international FAAM scale (adl subscale) was used at 8–10 weeks and 6 months from the injury. Statistical analysis of the data was performed with the calculation of Student's t-test at a significance level of  $p \leq 0,05$ .

Results: In the main group, the number of excellent results increased by 9.8% compared to the control group at 10–12 weeks, and satisfactory results by 51.3% at  $p \leq 0,05$  at 10–12 weeks based on statistical analysis of the results of ankle and foot function recovery according to the FAAM scale (adl subscale). The number of excellent and good results increased by 7.2% six months after the injury.

Conclusions: The use of the TightRope system allowed for earlier loading of the limb, which led to a significant improvement in ankle and foot function at all stages of recovery.

**Keywords:** tibiofibular syndesmosis, ankle fracture, adolescents, TightRope system, syndesmosis screw, FAAM scale.

травмой межберцового синдесмоза. Несмотря на высокую распространённость данных повреждений, нет единого алгоритма для их диагностики и лечения [1–3].

\* e-mail: nastyaloseva@yandex.ru

Сложность диагностики определяется низкой чувствительностью и специфичностью рентгенографического исследования у пациентов с несформированным скелетом [4]. Пациенты с переломами, полученными в результате супинационно-эверсионного и пронационно-эверсионного механизма травмы, а также сопровождающихся переломом малоберцовой кости, требуют более детального обследования. Способы фиксации межберцового синдесмоза и сроки восстановления хорошо изучены во взрослой практике, но среди пациентов детского возраста нередко происходит недооценка степени повреждения синдесмоза, что в конечном итоге приводит к развитию нестабильности голеностопного сустава и впоследствии формирование посттравматического артроза [5].

**Цель исследования:** улучшить результаты лечения переломов дистального отдела костей голени с повреждением межберцового синдесмоза у детей, путем проведения сравнительного анализа двух различных методов его фиксации

Для изучения степени восстановления функции голеностопного сустава после проведенного хирургического лечения с применением двух различных методов межберцовой фиксации у детей с повреждением синдесмоза проведено проспективное сравнительное исследование открытой когорты пациентов.

**Критерии включения:** пациенты в возрасте 15–17 лет с закрытой зоной роста, имеющие повреждения межберцового синдесмоза при переломах по классификации Müller AO – 44B2; 44B3; 44C1; 44C2; 44C3.

**Критерии не включения:** наличие открытых переломов, травмы других областей скелета, хронические заболевания внутренних органов, системные заболевания скелета, а также психические расстройства.

Все пациенты проходили лечение в период с октября 2021 по август 2023 г. в ГБУЗ «ДГКБ им. З.А. Башляевой» (Москва).

Механизм травмы был оценен по классификации Lauge-Hansen, тип и тяжесть перелома была определена с использованием классификации Müller AO. Помимо использования рентгенографического исследования, степень повреждения межберцового синдесмоза оценивалась также с использованием дополнительных методов обследования, УЗИ и КТ.

У 32 детей методом фиксации межберцового синдесмоза выбран кортикальный винт 3,5 мм. Установка кортикального винта была выполнена по стандартной методике АО, под углом 30° и на 3 см выше уровня голеностопного сустава параллельно суставной щели, без дополнительного стягивания берцовых костей. На оперированную конечность частичная опора была разрешена в сроке 5–6 недель после остеосинтеза. Удаление кортикального винта было выполнено через 6–8 недель после остеосинтеза.

Методом фиксации межберцового синдесмоза у 30 детей выбрана синдесмозная система TightRope. Данная система фиксации была установлена по стандартной

методике на уровне 3 см выше суставной щели голеностопного сустава. При фиксации узла нити системы TightRope расстояние между берцовыми костями достигалось на уровне около 1 мм, с учётом степени физиологической мобильности малоберцовой кости. Частичная опора на оперированную конечность в данной группе больных была начата на сроке 3–4 недель после проведенного остеосинтеза, полная опора на стопу была осуществлена уже через 6 недель.

В данное исследование были включены дети от 15 до 17 лет с переломами дистального отдела костей голени, сопровождавшихся травмой межберцового синдесмоза. Общее количество пациентов составило 62 человека, среди которых было 34 юноши и 28 девушек.

Рентгенологическое исследование в прямой, боковой и синдесмозной проекциях было выполнено всем пациентам на аппарате GE Al01F. Для уточнения морфологических особенностей перелома, а также оценки межберцового расстояния был применен метод КТ на томографе Toshiba xsl. Кроме того, в предоперационном периоде было выполнено УЗИ на аппарате «Toshiba Aplio 500» с линейным датчиком частотой 11–13 МГц.

Исследование функции голеностопного сустава после проведенного хирургического лечения было оценено с использованием международной шкалы шкалы FAAM (подшкала adl) на сроке 10–12 недель и 6 месяцев с момента травмы, отражающей функциональную активность стопы и голеностопного сустава у пациентов при выполнении повседневной нагрузки. Данная шкала международная и применима в педиатрической практике [6]. Она имеет русскоязычную версию и рекомендована к применению в России [7]. Для упрощения подсчета общее количество баллов было переведено в %.

Локальный этический комитет ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» одобрил данное исследование. Дата проведения: 16.12.20. №06/20.

При расчетах результатов статистического исследования полученных данных использовалась программа StatGraphics, в основе которой был применен критерий Колмогорова – Смирнова для подтверждения нормальности распределения в группах (Рис. 1). Для выполнения сравнительного анализа использовалась функция СТЬЮДЕНТ.ТЕСТ программы Microsoft Excel. Ниже приведены результаты статистического анализа данных, полученных в исследовании (табл. 1).

Согласно статистическим данным из таблицы 1, все показатели в группах значительно отличались. Значение t-статистики Стьюдента было получено на уровне значимости ниже 0,05 на сроках 10–12 недель и 6 месяцев с момента травмы. Критический уровень значимости  $\alpha_{кр}$  в группах был меньше установленного  $\alpha = 0,05$ . Таким образом, с вероятностью более чем 0,95 показатели по шкале FAAM в группе, где межберцовая фиксация была выполнена с использованием синдесмозной системы TightRope были лучше и имели прямую зависимость от метода фиксации.

Табл. 1. Статистические показатели в группах по данным шкалы FAAM

Статистические показатели по данным шкалы FAAM на сроке 10–12 недель с момента травмы		
Группа	Синдесмозная система TightRope (основная группа)	Кортикальный винт 3,5 мм (контрольная группа)
Среднее	80,36	76,01
Дисперсия	70,03	68,39
t-статистика Стьюдента	2,21	
Критическое одностороннее значение $t_{кр}$	1,68	
Эмпирический односторонний уровень значимости $\alpha_{эм}$	0,01	
Различие средних в группах	Значимо	
Статистические показатели по данным шкалы FAAM на сроке 6 месяцев с момента травмы		
Группа	Синдесмозная система TightRope (основная группа)	Кортикальный винт 3,5 мм (контрольная группа)
Среднее	96,51	93,23
Дисперсия	18,41	22,53
t-статистика Стьюдента	2,5	
Критическое одностороннее значение $t_{кр}$	1,69	
Эмпирический односторонний уровень значимости $\alpha_{эм}$	0,008	
Различие средних в группах	Значимо	

В обеих группах для исследования были выбраны переломы типов 44B2; 44B3; 44C1; 44C2; 44C3 по классификации АО. Наиболее тяжелые повреждения по классификации Lauge-Hansen были пронационно-эверсионными. В ходе выполнения хирургического вмешательства проверялась мобильность межберцового синдесмоза с использованием визуального и электронно-оптического обзора, увеличение межберцового пространства более чем на 2 мм служило дополнительным показанием для его фиксации. В обеих группах первым этапом остеосинтеза

костей голени была выполнена репозиция малоберцовой кости и ее остеосинтез реконструктивной пластиной или при помощи спиц.

Таким образом, этап хирургического лечения в подгруппах различался только выбранным способом межберцовой стабилизации, что повышает объективность полученных данных.

По результатам оценки по шкале FAAM в группе, где межберцовая фиксация была осуществлена при помощи системы TightRope наблюдалось значимое процентное превышение отличных и хороших результатов, выше 70–89% и 90–100%, соответственно, по сравнению с группой, где межберцовая фиксация была выполнена при помощи кортикального винта 3,5 мм в среднем на 14,7%. Таким образом, восстановление функции голеностопного сустава и стопы происходит быстрее при использовании синдесмозной системы TightRope по сравнению с кортикальным винтом 3,5 мм при  $p < 0,05$ , как на ранних сроках 10–12 недель, так и в отдаленном периоде, 6 месяцев с момента травмы. Это обусловлено ранним началом разработки движений в голеностопном суставе и обеспечения более ранней опорной нагрузки на оперированную конечность, а также отсроченным периодом удаления фиксатора.

#### Клиническое наблюдение

Пациент К. 17 лет получил травму в результате падения на льду. Механизм травмы по классификации Lauge-Hansen - супинационно-эверсионный. Было выполнено рентгенографическое исследование, на основании которого перелом был классифицирован, как - 44B2 по классификации Müller AO (Рис. 1, 2).

Согласно данным УЗИ произошёл частичный разрыв передней порции межберцового синдесмоза (Рис. 3).

Был осуществлен остеосинтез внутренней лодыжки с использованием спиц Киршнера, межберцовая фиксация была выполнена синдесмозной системой TightRope, остеосинтез перелома латеральной лодыжки был произведён одна-треть трубчатой пластиной (Рис. 4, 5).



Рис. 1. Рентгенограмма правого голеностопного сустава в прямой проекции.



Рис. 2. Рентгенограмма правого голеностопного сустава в боковой проекции.

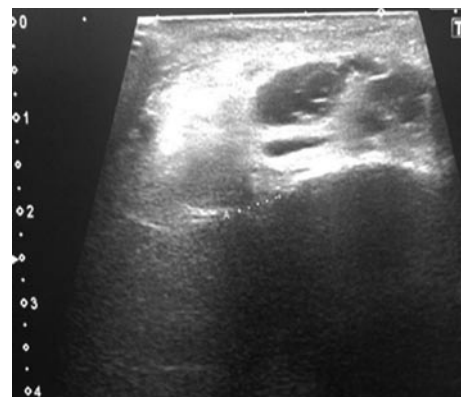


Рис. 3. Результат УЗИ большеберцово-малоберцовой связки, разрыв передней порции.



**Рис. 4.** Рентгенограмма правого голеностопного сустава в прямой проекции после хирургического лечения.



**Рис. 5.** Рентгенограмма правого голеностопного сустава в боковой проекции после хирургического лечения.



**Рис. 6.** Рентгенограмма правого голеностопного сустава в прямой проекции через 8 недель.



**Рис. 7.** Рентгенограмма правого голеностопного сустава в боковой проекции через 8 недель.

В послеоперационном периоде произведена гипсовая иммобилизация голеностопного сустава лонгетой. Частичная опора на оперированную конечность начата через 3 недели после остеосинтеза. Через 8 недель были удалены спицы, полностью была восстановлена конфигурация сустава (Рис. 6, 7).

Среди пациентов, набравших менее 59% по данным шкалы FAAM на сроке 10–12 недель, в случаях, где межберцовая фиксация была выполнена с использованием кортикального винта 3,5 мм, по данным УЗИ наличие нечётких контуров связочной структуры или отсутствие каких-либо признаков регенерации в среднем оказалось на 8,5% больше, чем в группе пациентов, где методом межберцовой фиксации была выбрана синдесмозная система TightRope при  $p < 0,05$ .

### Обсуждение

Наиболее широкое распространение получили два основных метода фиксации межберцового синдесмоза. Один из способов межберцовой стабилизации достигается при помощи кортикального винта [8]. Кортикальный винт может проходить через 3 или 4 кортикала. Квадрикортикальный способ заключается в том, что кортикальный винт проводится через 4 кортикала костей голени, что создаёт стабильную фиксацию. Однако вышеописанный способ является устаревшим и меньше используется в практике, так как чрезмерно жесткая фиксация приводит к повышению частоты переломов и миграции винта. При трикортикальной фиксации создаются условия незначительной мобильности межберцового синдесмоза, что естественно для данной структуры [9].

Вторым наиболее популярным методом осуществления межберцовой стабильности является использование синдесмозной системы, представляющую собой ленту, проведенную через малоберцовую кость и пуговицу, фиксированную на большеберцовой кости снаружи [10]. По данным Lurie V. et al. данная система позволяет осуществить динамическую межберцовую фиксацию, что является более физиологическим. Помимо этого, одним из преимуществ синдесмозной системы является отсутствие необходимости обязательного раннего удаления фиксатора [11].

### Заключение

Таким образом, у детей с закрытой зоной роста для постановки диагноза необходимо использовать взрослые классификации, такие как Müller AO и Lauge-Hansen. При наличии переломов таких типов, как 44B2; 44B3; 44C1; 44C2; 44C3 по классификации AO, существует необходимость использования дополнительных методов диагностики для определения степени повреждения синдесмоза. Был выполнен сравнительный анализ двух различных методик фиксации: система TightRope и синдесмозный винт. Так как после межберцовой стабилизации системой TightRope опора на оперированную конечность начиналась на 1–2 неделю раньше, функциональный результат лечения оказывался лучше. При использовании кортикального винта существует опасность его миграции или поломки, в результате чего нагрузочный режим осуществляется позже, что привело к снижению функционального результата.



**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).**

#### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Cornu O. Traumatic injuries of the distal tibiofibular syndesmosis. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2021; 107: 102778. doi: 10.1016/j.otsr.2020.102778.
2. Andrew S, Charles E, Tian C, Jiayong L, Nabil A. Distal Tibiofibular Syndesmosis Dysfunction: A Systematic Literature Review of Dynamic Versus Static Fixation Over the Last 10 Years. *J Foot Ankle Surg.* 2019; 58(2): 320-327. doi: 10.1053/j.jfas.2018.08.050.
3. Kramer D.E. Syndesmosis injuries in the pediatric and adolescent athlete. *J Child Orthop.* 2017; 11(1): 57-63. doi: 10.1302/1863-2548.11.160180.
4. Shore B. Management of Syndesmotic Ankle Injuries in Children and Adolescents. *J Pediatr Orthop.* 2016; 1: 11-4. doi: 10.1097/BPO.0000000000000767.
5. Wu C. Should Diastatic Syndesmosis be Stabilized in Advanced Pronation-External Rotation Ankle Injuries? A Retrospective Cohort Comparison. *Orthop Surg.* 2022; 14(7):1447-1456. doi: 10.1111/os.13331.
6. Lurie B. Suture-button Versus Screw Fixation in Adolescent Syndesmotic Injuries: Functional Outcomes and Maintenance of Reduction. *J Pediatr Orthop.* 2021; 41(6): 427-432. doi: 10.1097/BPO.0000000000001803.
7. Акулаев А.А. Языковая и культурная адаптация опросников FADI, FAAM и SEFAS для оценки состояния стопы и голеностопного сустава и их апробация в отечественной популяции пациентов // *Гений ортопедии.* – 2023. – Т.29 – №3. – С.253-264. [Akulaev A. Linguistic and cultural adaptation of self-reported outcome questionnaires in foot and ankle-related pathologic conditions, FADI, FAAM and SEFAS, and their testing in Russian patients with different orthopedic pathology. *Genij Ortopedii.* 2023; 29(3): 253-264. (In Russ.)] doi: 10.18019/1028-4427-2023-29-3-253-264.
8. Xu Y. The Clinical Efficacy of Suture-Button Fixation and Trans-Syndesmotic Screw Fixation in the Treatment of Ankle Fracture Combined With Distal Tibiofibular Syndesmosis Injury: A Retrospective Study. *J Foot Ankle Surg.* 2022; 61(1):143-148. doi: 10.1053/j.jfas.2021.07.009.
9. Rader B. Randomized trial comparing suture button with single 3.5 mm syndesmotic screw for ankle syndesmosis injury: similar results at 2 years. *Acta Orthop.* 2020; 91(6): 770-775. doi: 10.1080/17453674.2020.1818175.
10. Никифоров Д.А. Повреждение дистального межберцового синдесмоза, пути улучшения результатов лечения // *Гений ортопедии.* – 2022. – Т.28. – №1. – С.141-149. [Nikiforov DA. Injury to the distal tibiofibular syndesmosis, ways to improve treatment results. *Genij Ortopedii.* 2022; 28(1): 141-149. (In Russ.)] doi: 10.18019/1028-4427-2022-28-1-141-149.
11. Lurie B. Functional Outcomes of Unstable Ankle Fractures in Adolescents. *J Pediatr Orthop.* 2020; 40(7): 572-578. doi: 10.1097/BPO.0000000000001481.