

УКД 617-089.844

## ПОКАЗАНИЯ К СТАБИЛИЗАЦИИ МЕЖБЕРЦОВОГО СИНДЕСМОЗА

Ф.Л. ЛАЗКО, Л.О. КНЕЛЛЕР, А.Ю. СЕМЕНОВ, Д.А. РОМАНОВ, М.Ф. ЛАЗКО, Н.В. ЗАГОРОДНИЙ

Российский университет дружбы народов, Москва. ГБУЗ ГКБ № 67 им Л.А. Ворохобова, Москва

### Резюме:

Повреждения межберцового синдесмоза чаще всего происходит при переломе лодыжек, механизм травмы в большинстве случаев пронационно-наружноротационный. Межберцовый синдесмоз окружают важные для стабильности голеностопного сустава связки: передняя межберцовая связка, задняя межберцовая связка и межкостная мембрана. Несмотря на многочисленные биомеханические и клинические исследования, посвященные перелому лодыжек, нет единых рекомендаций по вопросу стабилизации межберцового синдесмоза при различных типах переломов. Цель данн.

**Ключевые слова:** перелом лодыжек, межберцовый синдесмоз, позиционный винт.

## INDICATIONS TO STABILIZATION OF TIBIOFIBULAR SYNDESMOSIS

LAZKO F.L., KNELLER L.O. SEMENOV A.Y., ROMANOV D.A., LAZKO M.F., ZAGORODNY N.V.

RUDN university, Moscow. Vorokhobov City Hospital № 67, Moscow

**Abstract:** Tibiofibular syndesmosis is one of the most important stability issues of the talocrural joint. Most commonly tibiofibular syndesmosis becomes damaged in cases of pronation-external rotational mechanism of the malleolar fracture. The issues on the necessity of stabilizing the tibiofibular syndesmosis were repeatedly studied during multiple cadaver and clinical trials, however, no uniform recommendations were formulated at the present moment. The aim of the present review is to formulate the indications for the procedure of tibiofibular syndesmosis stabilization.

**Key words:** ankle fracture, Tibiofibular syndesmosis, syndesmotic screw .

Межберцовый синдесмоз окружен передней межберцовой, задней межберцовой связкой и межкостной мембраной [2-7]. Поперечная большеберцово-малоберцовая связка в некоторых исследованиях называется четвертой структурой, окружающей межберцовый синдесмоз, однако эта связка является редко идентифицируемой и считается, большинством ученых, продолжением задней межберцовой связки [5, 8-10]. Данные связки являются стабилизаторами малоберцовой кости в малоберцовой вырезке большеберцовой кости. В 75% случаев в межберцовом синдесмозе имеется место контакта большеберцовой и малоберцовой кости, покрытое гиалиновым хрящом, которое формирует сустав [11]. Было отмечено, что 40% сопротивления от латерального смещения малоберцовой кости берет на себя задняя межберцовая связка, 35% передняя межберцовая связка и 22% межкостная мембрана [11].

Межберцовый сустав важен для стабильности голеностопного сустава, особенно во время осевой нагрузки и ходьбе [12-14]. При сгибании в голеностопном суставе межлодыжечное пространство становится больше, наружная лодыжка подтягивается кверху и волокна межкостной мембраны приобретают горизонтальную направленность. При разгибании в голеностопном суставе межлодыжечное пространство уменьшается, наружная лодыжка опускается, связки стано-

вятся вертикально ориентированы и происходит наружная ротация малоберцовой кости [13, 15, 16, 17]. Ведутся споры относительно физиологической роли межкостной мембраны, однако было доказано, что она является важной стабилизирующей структурой голеностопного сустава в тот момент, когда повреждена дельтовидная связка, а так же передняя и задняя межберцовая связка [13, 18, 19, 20, 21, 22].

Приблизительно у 10 % пациентов со сломанными лодыжками повреждается межберцовый синдесмоз [23], и у 20% пациентов которым выполняют погружной остеосинтез [24, 25]. Ежегодно на 100 тыс. населения встречается 15 случаев повреждений [23, 26, 27, 28].

Повреждение межберцового синдесмоза чаще всего происходит при наружной ротации стопы [3, 4, 5, 9, 29], эверсии таранной кости в голеностопном суставе [9, 29] и чрезмерном сгибании [3, 4, 9]. Комбинация этих патологических движений приводит к повреждениям типа В и С по классификации АО/ASIF. Пронационно-наружноротационные переломы занимают 15-45% среди всех переломов лодыжек [31, 32]. Lauge-Hansen выделял следующие стадии пронационно-наружноротационного типа перелома: в первую очередь повреждается дельтовидная связка или происходит отрывной перелом внутренней лодыжки, повреждается передняя

межберцовая связка и межкостная мембрана, ломается малоберцовая кость на уровне или выше межберцового синдесмоза, происходит перелом заднего края большеберцовой кости или рвется задняя межберцовая связка [31,33].

Клинические тесты для подтверждения повреждения связок межберцового синдесмоза невозможно оценить, когда повреждения связок межберцового синдесмоза сопровождаются переломом лодыжек, так как боль, отек и деформации выражены за счет перелома. Стандартные передне-задние и с внутренней ротацией 20 градусов рентгенограммы могут быть использованы для определения свободного межберцового пространства и тибιοфибулярной суперпозиции [34]. Рентгенограммы, на которых расхождение в области межберцового синдесмоза более 1 мм, могут свидетельствовать о необходимости стабилизации межберцового синдесмоза [8]. Так как большинство тестов и рентгенограмм в предоперационном периоде не являются надежными [35], для подтверждения межберцовой нестабильности, после остеосинтеза выполняются стресс-тесты под рентгеноскопическим контролем [1, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42]. Интраоперационные стресс-тесты очень важны для определения целостности межберцового синдесмоза [43, 44, 45, 46, 47]. Модифицированный наружноротационный Cotton тест является репрезентативным [48]. Межберцовый диастаз сложно идентифицировать по рентгенограммам, так как анатомия межберцового синдесмоза переменна [13, 31, 49]. Артроскопия голеностопного сустава также может быть полезна для идентификации разрыва межберцового синдесмоза и помочь в анатомической репозиции [45,46].

Стабилизация поврежденного межберцового синдесмоза должна быть выполнена после остеосинтеза малоберцовой кости, восстановления отрывных переломов бугорков, к которым крепятся межберцовые связки, остеосинтеза внутренней лодыжки. Чаще всего используется кортикальный 3,5 мм винт, однако имеются некоторые альтернативы [50]: биоабсорбируемые винты [51, 52, 53, 54, 55], межберцовые скобки [58, 59, 60, 61], ЧКДО аппаратом Илизарова [62], спицы Киршнера [16], системы динамической фиксации [25, 63, 64, 65], болт-стяжка [69], пластика связок [5, 76, 77, 78].

Нет единого мнения о необходимом количестве кортикальных слоев, которые должен захватывать позиционный винт, размере винта, положении стопы, во время установки винта, необходимости использовать 1 или 2 винта, позиции винтов относительно голеностопного сустава; когда возможна осевая нагрузка, необходимо ли удалять винт перед осевой нагрузкой. Проблемы, связанные с позиционным винтом, могут быть следующие: поломка винта, нестабильность винта, контрактура голеностопного сустава связанная с отсутствием осевой нагрузки, синостоз в области межберцового сустава, необходимость повторной операции для удаления винта и риск для увеличения межберцового диастаза связанный с ранним удалением винта [13, 15, 16, 17, 24, 25, 36,

79-90]. Также не ясно, влияют ли эти технические аспекты на конечный клинический результат.

Несмотря на многочисленные биомеханические и клинические исследования, посвященные перелому лодыжек, нет единых рекомендаций по стабилизации межберцового синдесмоза в зависимости от типа перелома [13, 79, 92, 93, 94, 95]. Ранее в работах сообщалось, что стабилизация межберцового синдесмоза производилась в 40% случаев при переломе типа В и в 80% случаев при переломе типа С по классификации АО/ASIF [96].

Известно, что анатомическая репозиция лодыжек и межберцового синдесмоза приводит к хорошему отдаленному клиническому результату [43,97]. Суставная поверхность таранной кости принимает на себя нагрузку больше чем любой другой сустав, соответственно он очень чувствителен к инконгруэнтности суставной поверхности [98, 99]. Было показано, что наружное смещение на 1 мм приводит к увеличению нагрузки на таранную кость на 42%, что, соответственно, приводит к более быстрому развитию артроза (100).

Weening and Bhandari [91], опубликовали работу, в которой показывается, что функционально и клинически хороший результат возможен только при анатомичной репозиции синдесмоза, что было также доказано Kennedy и соавторами [96], которые отмечают, что имеется прямая зависимость неанатомичной репозиции синдесмоза и плохим клиническим результатом. По данным литературы, неанатомичная репозиция межберцового синдесмоза встречается в 16 % случаев [51,91,102].

Наружная лодыжка с ее связками является важной динамической и стабилизирующей единицей голеностопного сустава [13, 15, 99]. Leeds and Ehrlich [109] показывают в своих работах, что анатомическая репозиция синдесмоза невозможна, если репозиция наружной лодыжки выполнена некорректно. Дельтовидная связка является очень прочной связкой и выдерживает нагрузки до 714 N [110, 111]. Максимальное латеральное смещение таранной кости, при интактной дельтовидной связке, равняется 2 мм [13, 15, 112]. Внутренняя лодыжка и дельтовидная связка являются важнейшими стабилизаторами голеностопного сустава [13, 15, 113]. Parfenchuck с соавторами считают, что стабилизация межберцового синдесмоза должна выполняться пациентам с переломами типа С по классификации АО/ASIF с повреждением дельтовидной связки, вне зависимости от уровня перелома малоберцовой кости [14].

Solari и соавторы использовали анатомическую модель для анализа ротационной стабильности большеберцовой кости при переломах типа С по классификации АО/ASIF. Было выявлено, что изолированный остеосинтез внутренней лодыжки воссоздавал стабильность на 57%, остеосинтез наружной лодыжки 32%, стабилизация межберцового синдесмоза 51% [113]. Klossner, проанализировав 403 случая перелома лодыжек, пришел к выводу, что наружный подвывих

таранной кости не происходит при правильно восстановленной внутренней лодыжки. В случаях, когда дельтовидная связка была повреждена, у 26% пациентов отмечался наружный подвывих таранной кости, при адекватно проводимом лечении, по мнению автора. Если дельтовидная связка была интактна и выполнялся остеосинтез малоберцовой и внутренней лодыжки, стабилизация синдесмоза не выполнялась [113].

Хотя, показания к фиксации заднего края большеберцовой кости противоречивы, многие авторы приходят к мнению, что необходимо выполнять фиксацию при площади повреждения более 25% суставной поверхности большеберцовой кости [117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124]. Эти рекомендации основаны на биомеханических исследованиях стабильности голеностопного сустава, а именно передне-задней [117, 119, 122].

Также необходимо понимать, что задний фрагмент суставной поверхности большеберцовой кости может быть непосредственно связан с задней межберцовой связкой, которая может прикрепляться к сломанному фрагменту. Задняя межберцовая связка вносит наибольший вклад в стабильность межберцового синдесмоза [13, 93, 118, 125]. Gardner и соавторы исследовали 15 пациентов с пронационно-наружноротационным механизмом переломов лодыжек с повреждением заднего края большеберцовой кости. Этим пациентам выполнялись рентгенологические исследования и МРТ, на которых было подтверждено что задняя межберцовая оставалась интактна и была прикреплена к заднему краю. Кроме того, они провели кадаверное исследование на 10 трупных нижних конечностях и смоделировали пронационно-наружноротационные переломы, где подтвердили, что задняя межберцовая связка может быть интактна и может быть прикрепленна к заднему фрагменту. Затем выполнялся отдельно остеосинтез заднего края большеберцовой кости или стабилизация межберцового синдесмоза позиционным винтом, и было выявлено, что при фиксации заднего края, стабильность увеличивается на 70%, а при фиксации позиционным винтом на 40%. Из чего был сделан вывод, что более эффективно для стабилизации голеностопного сустава выполнять остеосинтез заднего края, чем фиксация синдесмоза позиционным винтом [126].

Очевидно, что при переломе типа С имеются повреждение в связок области межберцового синдесмоза, вне зависимости от уровня на котором сломалась малоберцовая кость [44, 127]. Однако уровень повреждения межкостной мембраны, напрямую зависит от стабильности голеностопного сустава. Ранее считалось, что уровень повреждения межкостной мембраны зависит от места перелома малоберцовой кости [6]. Однако сейчас было доказано, что уровень повреждения межкостной мембраны не коррелирует с уровнем перелома малоберцовой кости, это было доказано при помощи МРТ исследований пациентов с переломами лодыжек [38].

Boden и соавторы провели кадаверное исследование, где выполнялась наружная ротация голеностопного сустава, без применения осевой нагрузки. После переломов проводился рентгенологический контроль, в котором оценивался уровень перелома малоберцовой кости и расхождение межберцового синдесмоза. В результате исследования пришли к выводу, что перелом малоберцовой кости выше уровня голеностопного сустава на 3-4,5 см с повреждением медиальных структур, которые невозможно зафиксировать стабильно, межберцовый синдесмоз должен быть стабилизирован. При стабильной фиксации внутренней лодыжки или восстановлении дельтовидной связки в комбинации со стабильной фиксацией наружной лодыжки, в большинстве случаев необходимости фиксировать межберцовый синдесмоз не было. Переломы наружной лодыжки на уровне 4,5 см выше голеностопного сустава с повреждением межберцовой мембраны являются нестабильными, фиксация межберцового синдесмоза является необходимой [12, 128, 129].

Yamaguchi и соавторы использовали вышеупомянутые рекомендации у 21 пациента, поступившего к ним на лечение с переломом типа С. Основываясь на пред и интраоперационном обследовании фиксацию межберцового синдесмоза провели в 3 случаях. В послеоперационном периоде они фиксировали ногу в гипсовой лонгете на 4 недели с запретом осевой нагрузки. Через 4 недели они разрешали осевую нагрузку в гипсовой лонгете в течении 2-4 недель. Наблюдение за пациентами продолжалось от 1 года до 3 лет, расхождения межберцового синдесмоза не было выявлено [102].

Parfenchuck и соавторы опубликовали исследование, в котором они проводили оперативное лечение 18 пациентам с пронационно-наружноротационным типом переломом, средний период наблюдения составлял 2,5 года. Результаты исследования показывают, что пациенты с повреждением дельтовидной связки, которым не выполнялась фиксация межберцового синдесмоза, восстанавливались хуже, чем пациенты, у которых был перелом внутренней лодыжки [114].

Межберцовый диастаз редко встречается при переломах малоберцовой кости, расположенных ниже 5 см голеностопного сустава, так как эти переломы редко сопровождаются повреждением межберцовой мембраны [116]. Перелом заднего края ведет к нестабильности синдесмоза [126]. В целом среди хирургов, специализирующихся на голеностопном суставе, превалирует мнение, что фиксация межберцового синдесмоза при переломе типа С не требуется, когда произведена анатомическая репозиция, и подвывих устранен. Это мнение было подтверждено исследованием Kennedy и соавторами, которые разделили 45 пациентов на 2 группы с одинаковыми повреждениями. 26 пациентам было выполнена открытая репозиция и фиксация межберцового синдесмоза позиционным винтом, а 19 пациентам выполнялась такая же процедура, только межберцовый синдесмоз не был фиксирован. В обеих группах не было зарегистрировано значительной разницы в

послеоперационной боли, отеках, возврату к трудовой деятельности [96].

Следует проявлять осторожность при экстраполяции данных кадаверных и биомеханических исследований, хотя они и являются первым шагом к клиническим рекомендациям для повседневной практики. Во-первых, фиксация межберцового синдесмоза при низких переломах малоберцовой кости не приводит к значимо лучшему клиническому результату, однако приводит к дополнительному интра и послеоперационному вмешательству, которое может привести к дополнительным послеоперационным осложнениям. Во-вторых, нет необходимости фиксировать межберцовый синдесмоз при низких переломах малоберцовой кости, переломах внутренней лодыжки и интактной дельтовидной связки, при анатомической репозиции и стабильной фиксации. Стоит отметить, что при повреждении дельтовидной связки и отсутствии возможности фиксировать ее стабильно, необходимо выполнять фиксацию межберцового синдесмоза. При переломах заднего края задняя межберцовая связка остается не поврежденной, но она остается фиксированной на заднем фрагменте, для стабилизации синдесмоза предпочтительно фиксировать задний фрагмент, но при оскольчатом характере перелома и маленьком заднем фрагменте фиксировать его невозможно и стабилизация межберцового синдесмоза необходима. В-третьих, при высоких переломах малоберцовой кости (на 5 см выше голеностопного сустава) и повреждение межкостной мембраны, необходимым условием для стабилизации межберцового синдесмоза является анатомическая репозиция и стабильная фиксация малоберцовой кости и внутренней лодыжки (при интактной дельтовидной связке). В случаях, когда перелом малоберцовой кости находится в верхней трети, остеосинтез не выполняется из-за высокого риска повреждения малоберцового нерва. Повреждения межберцового синдесмоза чаще всего происходит при переломе лодыжек, механизм травмы в большинстве случаев пронационно-наружноротационный. Межберцовый синдесмоз окружают важные для стабильности голеностопного сустава связки: передняя межберцовая связка, задняя межберцовая связка и межкостная мембрана. Несмотря на многочисленные биомеханические и клинические исследования, посвященные перелому лодыжек, нет единых рекомендаций по вопросу стабилизации межберцового синдесмоза при различных типах переломов. Цель данного обзора состоит в формировании показаний для стабилизации межберцового синдесмоза.

Если фиксация внутренних отделов осуществляется за счет остеосинтеза внутренней лодыжки, синдесмоз может быть не фиксирован хирургическим путем.

В заключение статьи следует отметить, что для окончательного принятия решения и необходимости фиксации межберцового синдесмоза недостаточно проведения предоперационного планирования. Для принятия решения обя-

зательно надо проводить интраоперационные тесты на стабильность межберцового синдесмоза под ЭОП контролем, такие как: тест наружного смещения малоберцовой кости односторонним крючком, тест наружной ротации стопы (модифицированный тест Cotton). И каждый раз, когда структурная целостность или стабильность межберцового синдесмоза вызывает сомнения, необходимо выполнять стабилизацию межберцового синдесмоза

#### Список литературы

1. **Wuest TK.** Injuries to the distal lower extremity syndesmosis. *J Am Acad Orthop Surg* 5:172–181, 1997.
2. **Fritschy D.** An unusual ankle injury in top skiers. *Am J Sports Med* 17:282–285, 1989.
3. **Hopkinson WJ, St Pierre P, Ryan JB, Wheeler JH.** Syndesmosis sprains of the ankle. *Foot Ankle* 10:325–330, 1990.
4. **Boytim MJ, Fischer DA, Neumann L.** Syndesmotic ankle sprains. *Am J Sports Med* 19:294–298, 1991.
5. **Kelikian H, Kelikian AS.** Disorders of the Ankle. WB Saunders, Philadelphia, 1985.
6. **Xenos JS, Hopkinson WJ, Mulligan ME, Olson EJ, Popovic NA.** The tibiofibular syndesmosis. Evaluation of the ligamentous structures, methods of fixation, and radiographic assessment. *J Bone Joint Surg Am* 77:847–856, 1995.
7. **Van den Bekerom MPJ, Raven EEJ.** The distal fascicle of the anterior inferior tibiofibular ligament as a cause of tibiotalar impingement syndrome. A current concepts review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 15:465–471, 2007.
8. **Miller CD, Shelton WR, Barrett GR, Savoie FH, Dukes AD.** Deltoid and syndesmosis ligament injury of the ankle without fracture. *Am J Sports Med* 23:746–750, 1995.
9. **Scranton PE.** Isolated syndesmotic injuries: diastasis of the ankle in the athlete. *Tech Foot Ankle Surg* 1:88–93, 2002.
10. **Thomas KA, Harris MB, Willis MC, Lu Y, MacEwen GD.** The effects of the interosseous membrane and partial fibulectomy on loading of the tibia: a biomechanical study. *Orthopedics* 18:373–383, 1995.
11. **Bartonicek J.** Anatomy of the tibiofibular syndesmosis and its clinical relevance. *Surg Radiol Anat* 25:379–386, 2003.
12. **Boden SD, Labropoulos PA, McCowin P, Lestini WF, Hurwitz SR.** Mechanical considerations for the syndesmosis screw. *J Bone Joint Surg* 71A:1548, 1989.
13. **Close JR.** Some applications of the functional anatomy of the ankle joint. *J Bone Joint Surg Am* 38A:761–781, 1956.
14. **Rasmussen O, Tovborg-Jensen I, Boe S.** Distal tibiofibular ligaments. Analysis of function. *Acta Orthop Scand* 53:681–686, 1982.
15. **Grath G.** Widening of the ankle mortise: a clinical and experimental study. *Act Chir Scand Suppl* 263:1–88, 1960.
16. **Peter RE, Harrington RM, Henley MB, Tencer AF.** Biomechanical effects of internal fixation of the distal tibiofibular syndesmotic joint: comparison of two techniques. *J Orthop Trauma* 8:215–219, 1994.
17. **Scranton PE, McMaster J, Kelly E.** Dynamic fibular functions. *Clin Orthop* 188:76–81, 1976.
18. **Minns RJ, Hunter JAA.** The mechanical and structural characteristics of the tibiofibular interosseous membrane. *Acta Orthop Scand* 47: 236–240, 1976.
19. **Skraba JS, Greenwald AS.** The role of the interosseous membrane on tibiofibular weightbearing. *Foot Ankle* 4:301–304, 1984.

20. **Vukicevic S, Stern-Padovan R, Vukicevic D, Keros P.** Holographic investigations of the human tibiofibular interosseous membrane. *Clin Orthop* 151:210–214, 1980.
21. **Takebe K, Nakagawa A, Minami H, Kanazawa H, Hirohata K.** Role of the fibula in weightbearing. *Clin Orthop* 184:289–292, 1984.
22. **Riegels-Nielsen P, Greiff J.** The stability of the tibiofibular syndesmosis following rigid internal fixation for type C malleolar fractures: an experimental and clinical study. *Injury* 14:357–360, 1983.
23. **Jensen SL, Andresen BK, Mencke S, Nielsen PT.** Epidemiology of ankle fractures: a prospective population-based study of 212 cases in Aalborg, Denmark. *Acta Orthop Scand* 69:48–50, 1998.
24. **Thordarson DB, Hedman TP, Gross D, Magre G.** Biomechanical evaluation of polylactide absorbable screws used for syndesmosis injury repair. *Foot Ankle Int* 18:622–627, 1997.
25. **Seitz WH Jr, Bachner EJ, Abram LJ, Postak P, Polando G, Brooks DB, Greenwald AS.** Repair of the tibiofibular syndesmosis with a flexible implant. *J Orthop Trauma* 51:78–82, 1991.
26. **Court-Brown CM, McBirnie J, Wilson G.** Adult ankle fractures: an increasing problem? *Acta Orthop Scand* 69:43–47, 1998.
27. **Kennedy JG, Johnson SM, Collins AL, DalloVedova P, McManus WF, Hynes DM, Walsh MG, Stephens MM.** An evaluation of the Weber classification of ankle fractures. *Injury* 29:577–580, 1998.
28. **Pettrone FA, Gail M, Pee D, Fitzpatrick T, Van Herpe LB.** Quantitative criteria for prediction of the results after displaced fracture of the ankle. *J Bone Joint Surg* 65A:667–677, 1983.
29. **Guise ER.** Rotational ligamentous injuries to the ankle in football. *Am J Sports Med* 4:1–6, 1976.
30. **Lauge-Hansen N.** Fractures of the ankle II. Combined experimental-surgical and experimental-roentgenologic investigations. *Arch Surg* 60:957–985, 1950.
31. **Joy G, Patzakis MJ, Harvey JP Jr.** Precise evaluation of the reduction of severe ankle fractures. Technique and correlation with end results. *J Bone Joint Surg* 58A:979–993, 1974.
32. **Bolin H.** The fibula and its relationship to the tibia and talus in injuries of the ankle due to forced external rotation. *Acta Radiol* 56:439–448, 1962.
33. **Chissell HR, Jones J.** The influence of diastasis screws on the outcome of Weber C ankle fractures. *J Bone Joint Surg Br* 773:435–438, 1995.
34. **Harper MC, Keller TS.** A radiographic evaluation of the tibiofibular syndesmosis. *Foot Ankle* 10:156–160, 1989.
35. **Jenkinson RJ, Sanders DW, Macleod MD, Domonkos A, Lydestadt J.** Intraoperative diagnosis of syndesmosis injuries in external rotation ankle fractures. *J Orthop Trauma* 199:604–609, 2005.
36. **Lindsjö U.** Operative treatment of ankle fractures. *Acta Orthop Scand Suppl* 52:1–131, 1981.
37. **Pankovich AM.** Maisonneuve fracture of the fibula. *J Bone Joint Surg* 58A:337–342, 1976.
37. **Nielson JH, Sallis JG, Potter HG, Helfet DL, Lorich DG.** Correlation of interosseous membrane tears to the level of the fibular fracture. *J Orthop Trauma* 182:68–74, 2004.
38. **Pankovich AM.** Fractures of the fibula proximal to the distal tibiofibular syndesmosis. *J Bone Joint Surg* 60A:221–229, 1978.
39. **Ebraheim NA, Elgafy H, Padanilam T.** Syndesmotic disruption in low fibular fractures associated with deltoid ligament injury. *Clin Orthop Relat Res* 409:260–267, 2003.
40. **Stiehl JB.** Complex ankle fracture dislocations with syndesmotic diastasis. *Orthop Rev* 19:499–507, 1990.
41. **Amendola A.** Controversies in diagnosis and management of syndesmosis injuries of the ankle. *Foot Ankle* 13:44–50, 1992.
42. **Whittle AP.** Fractures of the lower extremity. In *Campbell's Operative Orthopaedics*, ed 39, pp 2046–2048, edited by ST Canale, St Louis. Mosby, 1998.
43. **Müller ME, Algöwer M, Schneider R, et al.** Malleolar fractures. In *Manual of Internal Fixation*, ed 3, pp 595–612, Springer-Verlag, 1991.
44. **Lui TH, Ip K, Chow HT.** Comparison of radiologic and arthroscopic diagnoses of distal tibiofibular syndesmosis disruption in acute ankle fracture. *Arthroscopy* 21(11):1370, 2005.
45. **Jenkinson RJ, Sanders DW, Macleod MD, Domonkos A, Lydestadt J.** Intraoperative diagnosis of syndesmosis injuries in external rotation ankle fractures. *J Orthop Trauma* 199:604–609, 2005.
46. **Candal-Couto JJ, Burrow D, Bromage S, Briggs PJ.** Instability of the tibio-fibular syndesmosis: have we been pulling in the wrong direction? *Injury* 358:814–818, 2004.
47. **Mizel MS.** Technique tip: a revised method of the Cotton test for intra-operative evaluation of syndesmotic injuries. *Foot Ankle Clin* 24:86–87, 2003.
48. **Sclafani SJA.** Ligamentous injury of the lower tibiofibular syndesmosis: radiographic evidence. *Radiology* 156:21–27, 1985.
49. **Van den Bekerom MPJ, Raven EEJ.** Review of operative techniques for stabilising the distal tibiofibular syndesmosis. *Foot Ankle Int*. In press.
50. **Kaukonen JP, Lamberg T, Korkala O, Pajarinen J.** Fixation of syndesmotic ruptures in 38 patients with a malleolar fracture: a randomized study comparing a metallic and a bioabsorbable screw. *J Orthop Trauma* 196:392–395, 2005.
51. **Cox S, Mukherjee DP, Ogden AL, Mayuex RH, Sadasivan KK, Albright JA, Pietrzak WS.** Distal tibiofibular syndesmosis fixation: a cadaveric, simulated fracture stabilization study comparing bioabsorbable and metallic single screw fixation. *J Foot Ankle Surg* 442:144–151, 2005.
52. **Korkala O, Kiljunen V, Salminen S, Kuokkanen H, Niskanen R.** Biodegradable screw fixation of the syndesmosis together with metallic osteosynthesis. Preliminary experience of 7 ankles. *Ann Chir Gynaecol* 884:295–297, 1999.
53. **Miller SD, Carls RJ.** The bioresorbable syndesmotic screw: application of polymer technology in ankle fractures. *Am J Orthop* 31(1 Suppl):18–21, 2002.
54. **Hovis WD, Kaiser BW, Watson JT, Bucholz RW.** Treatment of syndesmotic disruptions of the ankle with bioabsorbable screw fixation. *J Bone Joint Surg Am* 84A1:26–31, 2002.
55. **Sinisaari IP, Luthje PM, Mikkonen RH.** Ruptured tibiofibular syndesmosis: comparison study of metallic to bioabsorbable fixation. *Foot Ankle Int* 238:744–748, 2002.
56. **Thordarson DB, Samuelson M, Shepherd LE, Merkle PF, Lee J.** Bioabsorbable versus stainless steel screw fixation of the syndesmosis in pronation-lateral rotation ankle fractures: a prospective randomized trial. *Foot Ankle Int* 224:335–338, 2001.
57. **Yde J, Kristensen KD.** Inferior tibio-fibular diastasis treated by staple fixation. *J Trauma* 21:483–485, 1981.
58. **Cedell CA, Wiberg G.** Treatment of eversion-supination fractures of the ankle (2de degree). *Acta Chir Scand* 124:41–44, 1962.
59. **ElRaves M, Hammuda A.** Screw versus staple in stabilization of diastasis of tibiofibular syndesmosis. *J Foot Ankle Surg* 131:5–9, 2007.
60. **Marqueen T, Owen J, Nicandri G, Wayne J, Carr J.** Comparison of the syndesmotic staple to the transsyndesmotic screw: a biomechanical study. *Foot Ankle Int* 263:224–230, 2005.
61. **vRelwani J, Lahoti O, Orakwe S.** Iliizarov ring fixator for a difficult case of ankle syndesmosis disruption. *J Foot Ankle Surg* 415:335–337, 2002.

62. **Thornes B, Walsh A, Hislop M, et al.** Suture-endobutton fixation of ankle tibiofibular diastasis: a cadaver study. *Foot Ankle Int* 242:142–146, 2003.
63. **Thornes B, Walsh A, Hislop M, Murray P, O'Brien M.** Suture-endobutton fixation of ankle tibiofibular diastasis: a cadaver study. *Foot Ankle Int* 242:142–146, 2003.
64. **Thornes B, Shannon F, Guiney AM, Hession P, Masterson E.** Suturebutton syndesmosis fixation: accelerated rehabilitation and improved outcomes. *Clin Orthop Relat Res* 431:207–212, 2005.
65. **FarhanMJ, SmithTW.** Fixation of diastasis of the inferiortibiofibular joint using the syndesmosis hook. *Injury* 165:309–311, 1985.
66. **Engelbrecht E.** Die Versorgung Tibio-fibular Syndesmosensprengungen mit dem Syndesmosen-Haken. *Chirurg* 42:92, 1971.
67. **Engelbrecht E, Engelbrecht H, Huynh PL.** Experiences with the syndesmotoc hook in tibiofibular ligament injuries. *Der Chirurg* 5511:749–755, 1984.
68. **Grady JF, Moore CJ, O'Connor KJ, La Montagne D.** The use of a transsyndesmotoc bolt in the treatment of tibiofibular diastasis: two case studies. *J Foot Ankle Surg* 346:571–576, 1995.
69. **Burns BH.** Diastasis of the inferior tibiofibular joint. *Proc Roy Soc Med* 36:330–332, 1942–1943.
70. **Fusi F.** La diastasi tibio-peroneale inferior. *Minerva Ortop* 7:450–485, 1956.
71. **Pagani A, Ronco G.** Il cachiaggio trans-osseo con filo metalico nel trattamento della diastasi della sundesmosi tibio-peroneale. *Minerva Ortop* 31:149–158, 1980.
72. **Kabukcuoglu Y, Kucukkaya M, Eren T, Gorgec M, Kuzgun U.** The ANK device: a new approach in the treatment of the fractures of the lateral malleolus associated with the rupture of the syndesmosis. *Foot Ankle Int* 219:753–758, 2000.
73. **Kara AN.** A biomechanical experimental study on the stability of syndesmosis ligaments of the ankle and the results of the treatment by a new osteosynthesis device we have applied to diastasis of traumatic tibiofibular syndesmosis. Thesis, Istanbul, 1982.
74. **Kara AN, Esenyel CZ, Sener BT, Merih E.** A different approach to the treatment of the lateral malleolar fractures with syndesmosis injury: the ANK nail. *J Foot Ankle Surg* 386:394–402, 1999.
75. **Grass R, Rammelt S, Biewener A, Zwipp H.** Peroneus longus ligamentoplasty for chronic instability of the distal tibiofibular syndesmosis. *Foot Ankle Int* 24:392–397, 2003.
76. **Bai XD, Xing GY, Yang CD, Ye QB.** Operative treatment for separation of distal tibiofibular syndesmosis. *Chin J Traumatol* 93: 175–180, 2006.
77. **Beumer A, Heijboer RP, Fontijne WP, Swierstra BA.** Late reconstruction of the anterior distal tibiofibular syndesmosis. Good outcome in 9 patients. *Acta Orthop Scand* 715:519–521, 2000.
78. **Burwell HN, Charnley AD.** The treatment of displaced fractures at the ankle by rigid internal fixation and early joint movement. *J Bone Joint Surg* 47B:634–660, 1965.
79. **De Souza LJ, Gustilo RB, Meyer TJ.** Results of operative treatment of displaced external rotation-abduction fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg Am* 67:1066–1074, 1985.
80. **Olerud C.** The effects of the syndesmotoc screw on the extension capacity of the ankle joint. *Arch Orthop Trauma Surg* 104:299–304, 1985.
81. **Solonen KA, Luttamus L.** Operative treatment of ankle fractures. *Acta Orthop Scand* 39:223–237, 1968.
82. **Yde J, Kristensen KD.** Inferior tibio-fibular diastasis treated by staple fixation. *J Trauma* 21:483–485, 1981.
83. **Colton CL.** The treatment of Dupuytren's fracture-dislocation of the ankle. *J Bone Joint Surg* 53-B(1):63–71, 1971.
84. **McMaster J, Scranton PE.** Tibiofibular synostosis. *Clin Orthop* III: 172, 1975.
85. **Kaye RA.** Stabilization of ankle syndesmosis injuries with a syndesmosis screw. *Foot Ankle* 9:290–293, 1989.
86. **Stiehl JB, Needleman RR, Skrade DA.** The biomechanical effect of the syndesmotoc screw on ankle motion. *AO/ASIF Dialogue* 22:1–3, 1989.
87. **Taylor DC, Englehardt DL, Bassett FH III.** Syndesmosis sprains of the ankle: the influence of heterotopic calcification. *Am J Sports Med* 20:146–150, 1992.
88. **Albers GH, de Kort AF, Middendorf PR, van Dijk CN.** Distal tibiofibular synostosis after ankle fracture. A 14-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Br* 78:250–252, 1996.
89. **Karlsson J, Rudholm O, Bergsten T, Faxén E, Styf J.** Early range of motion training after ligament reconstruction of the ankle joint. *Knee Surg Traumatol Arthrosc* 3:173–177, 1995.
90. **Weening B, Bhandari M.** Predictors of functional outcome following trans-syndesmotoc screw fixation of ankle fractures. *J Orthop Trauma* 192:102–108, 2005.
91. **Mast JW, Teipner WA.** A reproducible approach to internal fixation of adult ankle fractures, rationale, technique, and early results. *Orthop Clin North Am* 11:661–679, 1980.
92. **Burns WC 2nd, Prakash K, Adelaar R, Beaudoin A, Krause W.** Tibiotalar joint dynamics: indications for the syndesmotoc screw—a cadaveric study. *Foot Ankle* 143:153–158, 1993.
93. **Purvis GD.** Displaced unstable ankle fractures. Classification, incidence, and management of a consecutive series. *Clin Orthop* 165: 91–98, 1982.
94. **Wilson FC Jr, Skilbred LA.** Long term results in the treatment of displaced bimalleolar fractures. *J Bone Joint Surg* 48-A:1065–1078, 1966.
95. **Kennedy JG, Soffe KE, Dalla Vedova P, Stephens MM, O'Brien T, Walsh MG, McManus F.** Evaluation of the syndesmotoc screw in low Weber C ankle fractures. *J Orthop Trauma* 145:359–366, 2000.
96. **Wyss C, Zollinger H.** The cause of subsequent arthrodesis of the ankle joint. *Acta Orthop Belg Suppl* 57:22–27, 1991.
97. **Yablon I.** Reduction of displaced bimalleolar ankle fractures. Instruction Course lectures of the American Academy of Orthopedics, vol 28, St Louis, C.V. Mosby, 1979.
98. **Yablon I, Heller F, Shouse L.** The key role of the lateral malleolus in displaced fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg* 59A:169–173, 1977.
99. **Ramsey P, Hamilton W.** Changes in tibiotalar area of contact caused by lateral talar shift. *J Bone Joint Surg* 58A:356–357, 1976.
100. **Mont MA, Sedlin ED, Weiner LS, Miller AR.** Postoperative radiographs as predictor of clinical outcome in unstable ankle fractures. *J Orthop Trauma* 6:652–657, 1992.
101. **Yamaguchi K, Martin CH, Boden SD.** Operative treatment of syndesmotoc disruptions without use of a syndesmotoc screw: a prospective clinical study. *Foot Ankle Int* 158:407–414, 1994.
102. **Zindrick MR, Hopkins GE, Knight GW.** The effects of lateral talar shift upon the biomechanics of the ankle joint. *Orthop Trans* 9:332–333, 1985.
103. **Klossner O.** Late results of operative and non-operative treatment of severe ankle fractures. *Acta Chir Scand* 293(Suppl):1–193, 1962.
104. **Pereira DS, Koval KJ, Resnick RB, Sheskie SC, Kummer F, Zuckerman JD.** Tibiotalar contact area and pressure distribution: the effect of mortise widening and syndesmosis fixation. *Foot Ankle Int* 17: 269–274, 1996.
105. **Pettrone FA, Gail M, Pee D, Fitzpatrick T, Van Herpe LB.** Quantitative criteria for prediction of the results after displaced fracture of the ankle. *J Bone Joint Surg Am* 65:667–677, 1983.

106. **Roberts RS.** Surgical treatment of displaced ankle fractures. Clin Orthop 172:164–170, 1983.

107. **Veltri DM, Pagnani MJ, O'Brien SJ, Warren RE, Ryan MD, Barnes RP.** Symptomatic ossification of the tibiofibular syndesmosis in professional football players: a sequela of the syndesmotic ankle sprain. Foot Ankle Int 16:285–290, 1995.

108. **Leeds HC, Ehrlich MG.** Instability of the distal tibiofibular syndesmosis after bimalleolar and trimalleolar ankle fractures. J Bone Joint Surg Am 66:490–503, 1984.

109. **Attarian D, Devito D, Garret W.** A biomechanical study of human ankle ligaments and autogenous reconstructive grafts. Surg Rounds Orthop 24–27, 1987.

110. **Attarian DE, McCrackin HJ, Devito DP, McElhaney JH, Garrett WE Jr.** A biomechanical study of human ankle ligaments and autogenous reconstructive grafts. Am J Sports Med 13:377–381, 1985.

111. **Phillips R, Balmer G, Monk C.** The external rotation fracture of the fibular malleolus. Br J Surg 56:801–806, 1969.

112. **Solari J, Benjamin J, Wilson J, Lee R, Pitt M.** Ankle mortise stability in Weber C fractures: indications for syndesmotic fixation. J Orthop Trauma 52:190–195, 1991.

113. **Parfenchuck TA, Frix JM, Bertrand SL, Corpe RS.** Clinical use of a syndesmotic screw in stage IV pronation-external rotation ankle fractures. Orthop Rev Suppl:23–28, 1994.

114. **Michelson JD, Waldman B.** An axially loaded model of the ankle after pronation external rotation injury. Clin Orthop Relat Res Jul(328):285–293, 1996.

115. **Snedden MH, Shea JP.** Diastasis with low distal fibula fractures: an anatomic rationale. Clin Orthop Relat Res 382:197–205, 2001.

116. **Harper MC, Hardin G.** Posterior malleolar fractures of the ankle associated with external rotation-abduction injuries. Results with and without internal fixation. J Bone Joint Surg 70:1348–1356, 1988.

117. **Scheidt KB, Stiehl JB, Skrade DA, Barnhardt T.** Posterior malleolar ankle fractures: an in vitro biomechanical analysis of stability in the loaded and unloaded states. J Orthop Trauma 6:96–101, 1992.

118. **Hartford JM, Gorczyca JT, McNamara JL, Mayor MB.** Tibiotalar contact area: contribution of posterior malleolus and deltoid ligament. Clin Orthop Relat Res 320:182–187, 1995.

119. **Heim UF.** Trimalleolar fractures: late results after fixation of the posterior fragment. Orthopedics 12:1053–1059, 1989.

120. **Jaskulka RA, Ittner G, Schedl R.** Fractures of the posterior tibial margin: their role in the prognosis of malleolar fractures. J Trauma 29:1565–1570, 1989.

121. **Macko VW, Matthews LS, Zwirkoski P, Goldstein SA.** The joint contact area of the ankle: the contribution of the posterior malleolus. J Bone Joint Surg 73:347–351, 1991.

122. **McDaniel WJ, Wilson FC.** Trimalleolar fractures of the ankle: an end result study. Clin Orthop Relat Res 122:37–45, 1977.

123. **Meyer TL Jr, Kumler KW.** A.S.I.F. technique and ankle fractures. Clin Orthop Relat Res 150:211–216, 1980.

124. **Stormont DM, Morrey BF, An KN, Cass JR.** Stability of the loaded ankle. Relation between articular restraint and primary and secondary static restraints. Am J Sports Med 13:295–300, 1985.

125. **Gardner MJ, Brodsky A, Briggs SM, Nielson JH, Lorich DG.** Fixation of posterior malleolar fractures provides greater syndesmotic stability. Clin Orthop Relat Res 447:165–171, 2006.

126. **Lauge Hansen N, Ankelbrud L.** Genetisk diagnose og reposition. Copenhagen Munksgaard, 1942.

127. **Fallat L, Grimm DJ, Saracco JA.** Sprained ankle syndrome: prevalence and analysis of 639 acute injuries. J Foot Ankle Surg 37:280–285, 1998.

128. **Beumer A, Valstar ER, Garling EH, Niesing R, Ginai AZ, Rans-tam J, Swierstra BA.** Effects of ligament sectioning on the kinematics of the distal tibiofibular syndesmosis: a radiostereometric study of 10 cadaveric specimens based on presumed trauma mechanisms with suggestions for treatment. Acta Orthop 77:531–540, 2006.

#### Сведения об авторах

**Лазко Федор Леонидович** – д.м.н., Профессор кафедры травматологии и ортопедии, РУДН, Москва, Россия.

E-mail: Fedor\_lazko@mail.ru

**Кнеллер Лев Олегович** – Врач травматолог ортопед ГКБ 67, Москва, Россия. E-mail: Okneller90gmail.com

**Семенов Александр Юрьевич** – к.м.н. Заведующий отделением травматологии ГКБ 67, Москва, Россия.

E-mail: Semeonoff.aleks2011@yandex.ru

**Романов Дмитрий Алексеевич** – Ординатор кафедры травматологии и ортопедии, Первый МГМУ им И.М. Сеченова, Москва, Россия.

E-mail: dr.Romanov67@mail.ru

**Лазко Максим Федорович** – Аспирант кафедры травматологии и ортопедии, РУДН, Москва, Россия.

E-mail: maxim\_lazko@mail.ru

**Загородный Николай Васильевич** – зав. кафедрой травматологии и ортопедии - член-корр. РАН, Москва, Россия.

*Контакты (для контакта с авторами):*

**Кнеллер Лев Олегович**

Адрес: Россия, 127562, г. Москва, Ул Хачатуряна 12-2-3

E-mail: Okneller90gmail.com

Тел.: +7 917 501 5655

#### Information about the authors

**Lazko Fedor Leonidovich** – Doctor of medical sciences, Professor RUDN university, Moscow.

E-mail: Fedor\_lazko@mail.ru

**Kneller Lev Olegovich** – orthopedic surgeon Vorokhobov City Hospital № 67, Moscow.

E-mail: Okneller90gmail.com

**Semenov Alexander Yuryevich** – Candidate of medical sciences, Head of Traumatology Department Vorokhobov City Hospital № 67, Moscow.

E-mail: Semeonoff.aleks2011@yandex.

**Romanov Dmitry Alekseevich** – Resident of Sechenov University

E-mail: dr.Romanov67@mail.ru

**Lazko Maksim Fedorovich** – Graduate student at RUDN university, Moscow.

E-mail: maxim\_lazko@mail.ru

**Zagorodny Nikolai Vasilyevich** – Doctor of medical sciences, Professor, Head of the Department of Orthopedics and Traumatology RUDN university, Moscow.

E-mail: zagorodny51@mail.ru

**Работа выполнена на клинических базах кафедры травматологии и ортопедии РУДН (зав. – член-корр. РАН Н.В. Загородный) и ГКБ № 67 (гл врач Шкода А.С)**

1. ГКБ им. В.М. Буянова ДЗ г. Москвы

2. ГКБ № 67 им Л.А. Ворохобова