

## Хирургическое лечение переломов методом накостного остеосинтеза (обзор литературы)

П.И. КАЛАШНИКОВ

Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н. Бурденко, ул. Студенческая, д. 10, Воронеж, 394036, Российская Федерация

*На современном этапе развития травматологии и ортопедии существует множество методов по хирургическому лечению переломов, но ни один из них не является абсолютным решением и не способен гарантировать удовлетворительный результат. Наибольшее распространение из всех методик продолжает сохранять металлоостеосинтез с применением пластин и винтов. Проанализировав все ступени развития и подробно остановившись на современных видах пластин, применяемых в травматологии и ортопедии, были отражены главные направления развития этих технологий. На примерах разобраны наиболее популярные конструкции, применяемые на различных сегментах, сформулированы базовые основы и требования, предопределяющие желаемый эффект. В то же время, при всем разнообразии технологий, на протяжении всего времени существования этих методов остеосинтеза, так и остаётся неразрешимой проблема сопутствующего интраоперационного негативного влияния на регенерацию костной ткани при применении даже самых современных имплантов, что не исключает риска замедленного или полного отсутствия сращения перелома.*

**Ключевые слова** Накостный остеосинтез, металлоконструкция, перелом, несращение

## Surgical Treatment of Fractures by Osteosynthesis

P.I. KALASHNIKOV

N.N. Burdenko Voronezh State Medical Academy, 10 Studencheskaia Str., Voronezh, 394036, Russian Federation

*At the present stage of development of Traumatology and Orthopaedics, there are many methods on the surgical treatment of fractures, but none of them is not an absolute solution and is capable of to ensure a satisfactory result. The most common of all methods continues to maintain metalosteosynthesis using plates and screws. After analyzing all the stages of development and focusing on the modern forms of plates used in traumatology and orthopedics, was record the main directions of development of these technologies. On examples dismantled most popular designs used on different segments. Formulated the basic framework and requirements predetermine the desired effect. However, with all the variety of technologies, throughout the lifetime of these methods of osteosynthesis, and remains an unsolvable problem concomitant intraoperative adverse effect on the regeneration of bone tissue this the application of any of the most modern implants. That does not eliminate the risk of delayed or absent fracture healing.*

**Key words** Plate osteosynthesis, metal construction, fracture, nonunion

Под металлоостеосинтезом подразумевается хирургическое сопоставление и фиксация отломков костей до полного их сращения. Технически остеосинтез возможен как открытым, так и закрытым способами. Исторические источники указывают на 1873 год, как на год первой операции в травматологии [4]. Тогда Джозеф Листер соединил отломки надколенника костным швом. В сообщениях не уточняется, чем было произведено соединение костей (провоолокой, кетгут). В России первыми оригинальный остеосинтез произвели Н.В. Склифосовский и И.И. Насилов. Этот метод заключался в соединении отломков, адаптированных друг к другу ступенчатыми выступами (“русский замок”) [5].

Отсутствие антибиотиков и антисептиков, а также незнание и, соответственно, нарушение принципов асептики и антисептики, приводили к послеоперационным осложнениям, а потому наступило некоторое охлаждение к оперативным методам лечения перело-

мов. Английский хирург W.A. Lane первым в мировой практике произвел соединение костных отломков металлической пластиной с учетом разработанных к тому времени принципов обеззараживания раны и инструментария [3]. Более того, им был провозглашен принцип аподактивной техники, максимально ограничивающий контакт рук с имплантатами и костными отломками. Бельгийский хирург А. Lambott (1902 год) первым в мире произвел остеосинтез отломков винтом и ввел термин «остеосинтез» [4, 5].

Разработка новейших технологий в медицине и в травматологии и ортопедии в частности, привело к развитию металлоконструкций высокой стабильности [12, 16]. К ним относятся блокируемые интрамедуллярные стержни и накостные пластины, обладающие способностью удерживать костные отломки при сложных многооскольчатых переломах и в условиях разреженности костной ткани [11, 15]. Главным преимуществом таких имплантов является отсутствие

необходимости или снижение сроков дополнительной иммобилизации сегмента или конечности в послеоперационном периоде. Стоит отметить, что при столь разнообразном количестве конструкций наибольшей распространенностью отличается именно метод накостного остеосинтеза с применением металлических пластин [1, 2]. В данной статье нами представлено краткое описание основных методов и металлоконструкций, используемых на данном этапе травматологии и ортопедии.

По мере своего развития, для достижения наилучших результатов, имплантаты для накостного остеосинтеза пережили немало изменений, цель которых - придать конструкциям широкий перечень основополагающих свойств [10]. Пластины должны быть прочными, жесткими и в достаточной степени длинными, чтобы противостоять силе напряжения мышц [6]. Во избежание электрохимической коррозии винты должны быть из того же сплава, что и сама пластина [11]. Пластины и винты создают единую жесткую конструкцию, удерживающую отломки в требуемом положении до полного их сращения, что создается временным переносом механических нагрузок на пластину с винтами и, тем самым, разгрузкой места перелома [13].

По своим формам различают пластины: прямые, изогнутые, фигурные (L или Г-образные, Т-образ-

ные, волнообразные, ложкообразные, «лист клевера», «голова кобры» и т.п.) [14].

Прямые пластины (узкие и широкие) со временем приобрели овальные отверстия для введения винтов под углом к пластине, что необходимо для создания дополнительной компрессии в зоне перелома, которая также может достигаться при помощи контрактора, располагающегося на стороне дистального отломка. Габариты конструкций чаще всего определяются в зависимости от сегмента, для которого они предназначены [47]. Широкие пластины используют при остеосинтезе бедренной и большеберцовой костей. Узкие используют для остеосинтеза переломов плечевой, малоберцовой костей и костей предплечья. Полутрубчатые пластины с овальными или круглыми отверстиями в сечении представляют 1/3 и 1/2 часть окружности. Эти пластины используют для остеосинтеза переломов пястных и плюсневых костей, малоберцовой кости и костей предплечья [18].

Пластины для реконструкции имеют вид многоячеистых конструкций, легко моделируются, их используют для фиксации адаптированных по длине, ширине и оси отломков при переломах таза, чаще вертлужной впадины, пяточной кости, ключицы [20]. Фигурные пластины предназначены для фиксации отломков вблизи суставов, имеющих им присущую анатомическую форму.

По биомеханическим и функциональным назначениям различают следующие пластины [7]:

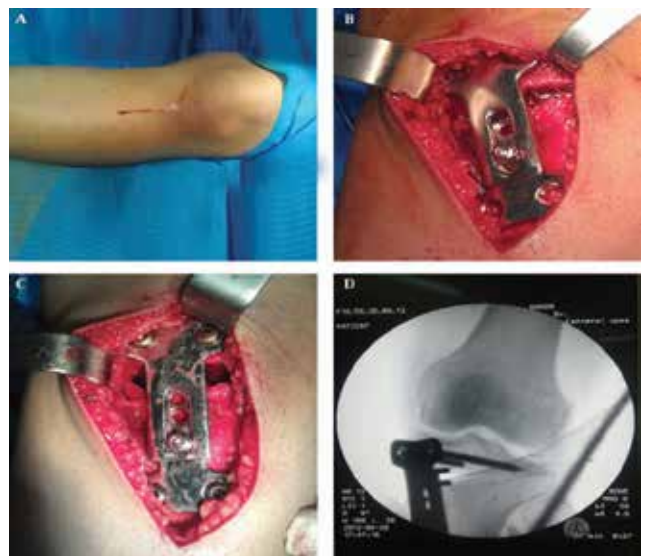
1. Нейтрализующие пластины (Neutralizing Plate) [17]. Применяются, если остеосинтез пластиной выполняется после предварительной фиксации отломков стягивающим винтом - эта пластина оказывает защиту кости от скручивающих сил [21]. Пластина должна быть точно моделирована по той поверхности кости, на которую ее укладывают. Винты вводят от зоны перелома по направлению к концам пластины. Дополнительная репозиция в этих условиях недопустима [26].



**Рис. 1.** Компрессирующая пластина (Compression Plate, von Recum J., Matschke S. Bone Joint Res. 2012). / **Fig. 1.** Compressing plate (Compression Plate, von Recum J., Matschke S. Bone Joint Res. 2012).



**Рис. 2.** Двойная скользящая компрессирующая пластина (Dual Sliding Compression Plate, Samani S.S. Iran Red Crescent Med J. 2013) [19]. / **Fig. 2.** Double sliding plate compresses (Dual Sliding Compression Plate, Samani SS Iran Red Crescent Med J. 2013) [19].



2. Компрессирующая пластина (CP) (рис. 1 и 2). Пластина предназначена для достижения репозиции и межотломковой компрессии [22, 37]. Стягивание отломков может быть достигнуто при помощи контрактора, скользящего устройства пластины или эксцентричного отверстия. Применяется при косопоперечных переломах длинных костей, требует предизгиба для предотвращения вторичного смещения отломков.

3. Опорные поддерживающие пластины с угловой стабильностью. Их применяют при остеосинтезе эпифизарных, метафизарных и эпиметадиафизарных переломов. Данные пластины анатомически предизог-



Рис. 3. Система LISS для проксимального отдела большеберцовой кости. (Synthes GmbH Eimattstrasse Oberdorf, www.synthes.com) [23,31]. / Fig. 3. The system LISS for proximal tibia. (Synthes GmbH Eimattstrasse Oberdorf, www.synthes.com) [23,31].

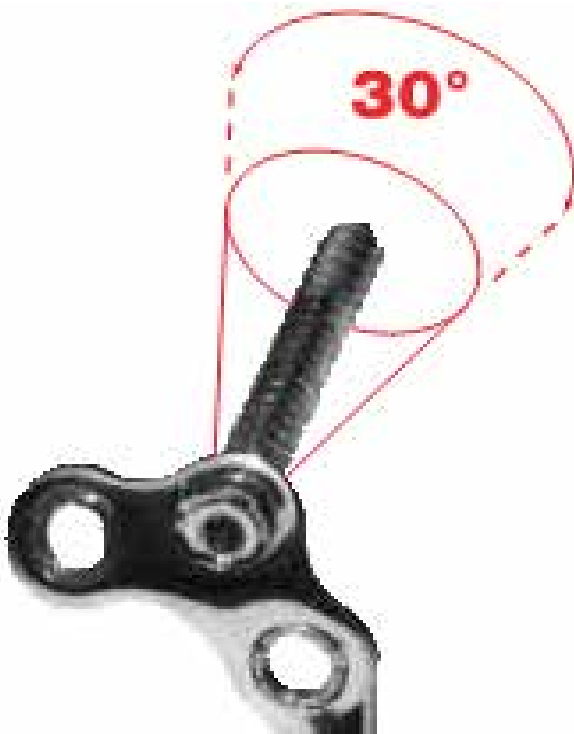


Рис. 4. Системы Numerlock II. (Stryker Trauma AG, Bohnackerweg, Switzerland, www.osteosynthesis.stryker.com). / Fig. 4. Systems Numerlock II. (Stryker Trauma AG, Bohnackerweg, Switzerland, www.osteosynthesis.stryker.com).

нуты и имеют специальные названия по месту применения, например, «бедренная мышечковая латеральная» пластина [27].

4. Блокируемая компрессионная пластина. Значительным техническим достижением в травматологии и ортопедии стала блокируемая компрессирующая пластина (LCP) [32]. Применение этой системы потребовало создание специального инструментария и четкой технологии установки [35]. «Биомеханические испытания LCP показали ее устойчивость к деформации на уровне блокирующих отверстий и меньшую резистентность к нагрузкам в области свободных отверстий (R.Frigg, 2003)» [24, 34, 38]. Этот факт должен быть принят во внимание в клиническом применении, т.е. деформация пластины на уровне свободных отверстий, равно как и расположение этого отверстия в зоне перелома, имеют риск разрушения пластины. Однако, появление пластин, имеющих комбинированное отверстие для проведения стягивающих кортикальных винтов и блокирующих винтов, способно обеспечить хирургу рациональный выбор остеосинтеза – компрессионного или шинирующего [30]. Одновременное использование принципа внутренней фиксации (блокирующий остеосинтез) и компрессионного остеосинтеза должно быть скорее исключением, чем правилом, т.к. замыкание пластины после ее полного плотного контакта с костью (репозиция на пластине) зачастую может привести к драматическим последствиям в виде формирования зон концентрации напряжения [37, 42].

Понимая некоторые преимущества интрамедулярного шинирования кости, хирурги и исследовательская группа AO/ASIF [45, 48] разработали принципы «биологического» остеосинтеза, смысл которого в минимально инвазивной технике LISS (рис. 3) [36] и «мостовидной» [44] фиксации перелома блокируемой пластиной (LCP) [33]. Хирургическая техника при остеосинтезе пластинами LCP требует строгого соблюдения правил методики с учетом длины пластины, степени ее анатомической предизогнутости и расположения винтов, что требует дополнительной затраты времени на более тщательное предоперационное планирование [9].

Так, например, пластины с угловой стабильностью Numelock II (Stryker) имеют восемь разновидностей для фиксации метаэпифизарных переломов верхней и нижней конечности (рис. 4). Таким образом, пластины Numelock обладают преимуществами анатомически предизогнутых имплантатов, обеспечивающих полиаксиальное введение винтов и репозиционный эффект.

Новое поколение блокируемых пластин обеспечивает использование как анатомически предизогнутых, так и прямых диафизарных имплантатов [29]. Отверстия в пластинах предназначены как для обычных кортикальных винтов, так и для введения блокирующих винтов с добавлением для этой цели запирающего механизма [39, 40].

Техника введения винтов в пластину, сочетающей блокируемый и обычный кортикальный эффекты соединения с костью, предусматривает необходимость первичного соединения пластины и кости кортикальным винтом, а затем блокируемым [28, 41, 43]. В противном случае замкнутая цепь «пластина-кость-блокируемый винт» сделает бессмысленным применение кортикального винта, а концентрация нагрузки произойдет в месте прохождения блокируемого винта через кость. В итоге неизбежен перелом винтов и смещение конструкции. Таким образом, современная философия накостного остеосинтеза, благодаря анализу предшествующих лет применения ДСР, позволила соединить воедино принципы сохранения достигнутой репозиции в их динамическом равновесии [25]. Морфология кости, характер перелома не смогли не отразиться на технике остеосинтеза, приблизив его выполнение к шинированию кости [46].

К сожалению, невозможно охватить весь спектр разнообразных металлоконструкций, применяемых для накостного остеосинтеза, существующих на сегодняшний день [8, 40]. В нашей статье мы постарались сделать обзор конструкций, объединяющих в себе главные тенденции и ключевые принципы, на

#### Список литературы

1. Богданович У.Я. Накостный компрессионный остеосинтез пластинами при лечении переломов длинных трубчатых костей. Сборник научных трудов ЛНИИТО им. Р.Р. Вредена. Ленинград, 1981; 28: 20-28.
2. Буачидзе О.Ш. Накостный стабильно-функциональный остеосинтез при последствиях заболеваний и повреждений костей и суставов. Хирургия, 1994; 7: 36-38.
3. Вагнер М. Концепция оперативного лечения переломов. *Margo Anterior*, 2006; 3: 115.
4. Вильямс Д.Ф. Имплантаты в хирургии : пер. с англ. Д.Ф. Вильямс, Р. Роуф. Москва: Медицина, 1978; 716.
5. Герцен Г.И. Металлические импланты в ортопедии и травматологии: обзор литературы. Москва, 1986; 19.
6. Зоря В.И. Накостный компрессионно-динамический остеосинтез при переломах костей предплечья. *Вестник ортопедии и травматологии*, 1999; 4: 18-21.
7. Лазарев А.Ф. Биологичный погружной остеосинтез на современном этапе. *Вестник травматологии и ортопедии*, 2003; 3: 20-27.
8. Литвинов И.И. Остеосинтез бедра и голени монокортикальными фиксаторами. *Травматология и ортопедия: современность и будущее*. Москва, 2003; 257.
9. Литвинов И.И. Накостный остеосинтез переломов бедренной кости. Актуальные вопросы ортопедии, травматологии и нейрохирургии. Казань, 2003; 149-151.
10. Мюллер М.Е. Руководство по внутреннему остеосинтезу. Москва: Ad Marginem, 1996; 750.
11. Саргсян А.Е. Сопrotивление материалов, теории упругости и пластичности. Москва: Высшая школа, 2000; 286.
12. Тихилов Р.М. Остеосинтез пластинами с угловой стабильностью винтов в лечении огнестрельных переломов длинных костей конечностей. *Травматология и ортопедия России*, 2007; 2: 17-23.
13. Ткаченко С.С. Внутренний остеосинтез пластинами с применением одномоментной и динамической компрессии. Внутренний остеосинтез. Проблемы и

наш взгляд, необходимые для достижения наилучших результатов при хирургическом лечении переломов.

Новый арсенал анатомически соответствующих сегменту пластин позволяет использовать имплантаты в соответствии с характером перелома и его локализацией. Но как бы не совершенствовались металлоконструкции, главной проблемой применения методов накостного остеосинтеза была и остается необходимость открытого вмешательства в зоне перелома. При накостной установке пластины, репозиции костных отломков или моделировании конструкции мы непреднамеренно травмируем надкостницу, тем самым в некоторой степени девазуляризируем зоны перелома. Это приводит к снижению интенсивности репаративного остеогенеза из-за затраты времени и сил организма на восстановление микроциркуляции в зоне перелома. Таким образом, даже при самых стабильных и высокотехнологичных методах накостного остеосинтеза, зачастую приходится сталкиваться с замедленно срастающимися или несросшимися переломами костей опорно-двигательного аппарата. Именно проблема нарушения регенерации костной ткани и является наиболее актуальной, и требующей выполнения ряда дополнительных исследований.

#### References

1. Bogdanovich U.Ia. Extramedullary compression osteosynthesis plates in the treatment of long bone fractures. *Sbornik nauchnykh trudov LNIITO im. R.R. Vredena* [Collection of scientific works LNIITO of R.R. Vreden]. Leningrad, 1981; 28: 20-28. - (In Russ.).
2. Buachidze O.Sh. Extramedullary stable functional osteosynthesis at the consequences of diseases and injuries of bones and joints. *Khirurgiia*, 1994; 7: 36-38. - (In Russ.).
3. Vagner M. Conception of surgical treatment of fractures. *Margo Anterior*, 2006; 3: 115. - (In Russ.).
4. Vil'iams D.F. *Implantaty v khirurgii* [Implants in surgery]. Moscow: Meditsina, 1978; 716. - (In Russ.).
5. Gertsen G.I. *Metallicheskie implanty v ortopedii i travmatologii* [Metal implants in orthopedics and traumatology]. Moscow, 1986; 19. - (In Russ.).
6. Zoria V.I. Extramedullary compression-dynamic osteosynthesis in fractures of the forearm bones. *Vestnik ortopedii i travmatologii*, 1999; 4: 18-21. - (In Russ.).
7. Lazarev A.F. Biological osteosynthesis at the present stage. *Vestnik travmatologii i ortopedii*, 2003; 3: 20-27. - (In Russ.).
8. Litvinov I.I. An osteosynthesis the femur and tibia cortical mono retainers. *Travmatologiya i ortopediya: sovremennost' i budushchee* [Traumatology and Orthopedics: Present and Future]. Moscow, 2003; 257. - (In Russ.).
9. Litvinov I.I. Osteosynthesis of femoral fractures. *Aktual'nye voprosy ortopedii, travmatologii i neurokhirurgii* [Topical issues of orthopedics, traumatology and neurosurgery]. Kazan', 2003; 149-151. - (In Russ.).
10. Miuller M.E. *Rukovodstvo po vnutrennemu osteosintezu* [Guidance on internal osteosynthesis]. Moscow: Ad Marginem, 1996; 750. - (In Russ.).
11. Sargsian A.E. *Soprotivlenie materialov, teorii uprugosti i plastichnosti* [Strength of materials, theory of elasticity and plasticity]. Moscow: Vysshiaia shkola, 2000; 286. - (In Russ.).
12. Tikhilov P.M. An osteosynthesis plates with angular stability screws in the treatment of gunshot fractures in the long bones

- перспективы развития: материалы науч.-практ. конф. Санкт-Петербург, 1995; 49-50.
14. Травматологии и ортопедия: рук-во для врачей. под ред. Ю.Г. Шапошникова. Москва, 1997; 2 778.
  15. Ульянов А.В. Накостный компрессионно-динамический остеосинтез диафизарных переломов костей предплечья : дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2005; 94.
  16. Neubauer Th. Система пластин с угловой стабильностью (LCP) новый стандарт наkostного остеосинтеза. Th. Neubauer, M. Wagner, Ch. Hammerbauer. Вестник травматологии и ортопедии, 2003; 3: 2735.
  17. Lenz M. et al. A biomechanical study on proximal plate fixation techniques in periprosthetic femur fractures. *Injury*, 2013; 10: 491-499.
  18. Goyal M. et al. A Comparative Evaluation of Fixation Techniques in Anterior Mandibular Fractures Using 2.0 mm Monocortical Titanium Miniplates Versus 2.4 mm Cortical Titanium Lag Screws. *J. Maxillofac. Oral Surg.*, 2012; 11: 4: 442-450.
  19. Adams J.E. et al. The biomechanics of fixation techniques for hand fractures. *Hand Clin.*, 2013; 29: 4: 493-500.
  20. Samani S.S. et al. Application of Orthopedic Dual Sliding Compression Plate (ODSCP) in High Medial Tibial Open Wedge Osteotomies. *Iran. Red. Crescent. Med. J.*, 2013; 15: 4: 335-339.
  21. Hoffmann M.F. et al. Clinical outcomes of locked plating of distal femoral fractures in a retrospective cohort. *J. Orthop. Surg. Res.*, 2013; 27: 8: 43.
  22. Xiong Y. et al. Comparison of interface contact profiles of a new minimum contact locking compression plate and the limited contact dynamic compression plate. *Int. Orthop.*, 2010; 34: 5: 715-718.
  23. Miramini S. et al. Computational simulation of the early stage of bone healing under different configurations of locking-compression plates. *Comput. Methods Biomech. Biomed. Engin.*, 2013; 11: 21.
  24. Schandelmaier P. et al. Distal femoral fractures and LISS stabilization. *Injury*, 2001; 32: 3: 55-63.
  25. Goodrich L.R. et al. Dynamic Compression Plate (DCP) fixation of propagating medial condylar fractures of the third metacarpal/metatarsal bone in 30 racehorses: retrospective analysis (1990-2005). *Equine Vet. J.*, 2013; 9: 9.
  26. Bottlang M. et al. Dynamic Fixation of Distal Femur Fractures using Far Cortical Locking Screws: A Prospective Observational Study. *J. Orthop. Trauma*, 2013; 11: 13.
  27. Peini C. et al. Effect of plate working length on plate stiffness and cyclic fatigue life in a cadaveric femoral fracture gap model stabilized with a 12-hole 2.4 mm locking compression plate. *BMC Vet. Res.*, 2013; 9: 6148-6149.
  28. Bastian J.D. et al. Extracortical plate fixation with new plate inserts and cerclage wires for the treatment of periprosthetic hip fractures. *Int. Orthop.*, 10: 5.
  29. Kim J.J. et al. Factors affecting accurate drill sleeve insertion in locking compression plates. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.*, 2013; 99: 7: 823-827.
  30. Z. Ries et al. Healing results of periprosthetic distal femur fractures treated with far cortical locking technology: a preliminary retrospective study. *Orthop. J.*, 2013; 33: 7-11.
  31. Ma J. et al. Intramedullary Nail versus Dynamic Compression Plate Fixation in Treating Humeral Shaft Fractures: Grading the Evidence through a Meta-Analysis. *PLoS One*, 2013; 8: 12: 75-82.
  - of the extremities. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*, 2007; 2: 17-23. - (In Russ.).
  13. Tkachenko S.S. Internal osteosynthesis plates with the use of one-stage and dynamic compression. Internal osteosynthesis. *Vnutrennii osteosintez. Problemy i perspektivy razvitiia* [Problems and prospects of development]. Saint-Petersburg, 1995; 49-50. - (In Russ.).
  14. Shaposhnikov Iu.G. *Travmatologii i ortopedii* [Traumatology and Orthopedics]. Moscow, 1997; 778. - (In Russ.).
  15. Ul'ianov A.B. *Nakostnyi kompressionno-dinamicheskii osteosintez diafizarnykh perelomov kostei predplech'ia* [Extramedullary compression-dynamic osteosynthesis of diaphyseal fractures forearm bones. Cand. Diss. Med. Sci]. Moscow, 2005; 94. - (In Russ.).
  16. Neubauer Th., Wagner M., Hammerbauer Ch. Plate system with angular stability (LCP) new standard for osteosynthesis. *Vestnik travmatologii i ortopedii*, 2003; 3: 2735. - (In Russ.).
  17. Lenz M. et al. A biomechanical study on proximal plate fixation techniques in periprosthetic femur fractures. *Injury*, 2013; 10: 491-499.
  18. Goyal M. et al. A Comparative Evaluation of Fixation Techniques in Anterior Mandibular Fractures Using 2.0 mm Monocortical Titanium Miniplates Versus 2.4 mm Cortical Titanium Lag Screws. *J. Maxillofac. Oral Surg.*, 2012; 11: 4: 442-450.
  19. Adams J.E. et al. The biomechanics of fixation techniques for hand fractures. *Hand Clin.*, 2013; 29: 4: 493-500.
  20. Samani S.S. et al. Application of Orthopedic Dual Sliding Compression Plate (ODSCP) in High Medial Tibial Open Wedge Osteotomies. *Iran. Red. Crescent. Med. J.*, 2013; 15: 4: 335-339.
  21. Hoffmann M.F. et al. Clinical outcomes of locked plating of distal femoral fractures in a retrospective cohort. *J. Orthop. Surg. Res.*, 2013; 27: 8: 43.
  22. Xiong Y. et al. Comparison of interface contact profiles of a new minimum contact locking compression plate and the limited contact dynamic compression plate. *Int. Orthop.*, 2010; 34: 5: 715-718.
  23. Miramini S. et al. Computational simulation of the early stage of bone healing under different configurations of locking-compression plates. *Comput. Methods Biomech. Biomed. Engin.*, 2013; 11: 21.
  24. Schandelmaier P. et al. Distal femoral fractures and LISS stabilization. *Injury*, 2001; 32: 3: 55-63.
  25. Goodrich L.R. et al. Dynamic Compression Plate (DCP) fixation of propagating medial condylar fractures of the third metacarpal/metatarsal bone in 30 racehorses: retrospective analysis (1990-2005). *Equine Vet. J.*, 2013; 9: 9.
  26. Bottlang M. et al. Dynamic Fixation of Distal Femur Fractures using Far Cortical Locking Screws: A Prospective Observational Study. *J. Orthop. Trauma*, 2013; 11: 13.
  27. Peini C. et al. Effect of plate working length on plate stiffness and cyclic fatigue life in a cadaveric femoral fracture gap model stabilized with a 12-hole 2.4 mm locking compression plate. *BMC Vet. Res.*, 2013; 9: 6148-6149.
  28. Bastian J.D. et al. Extracortical plate fixation with new plate inserts and cerclage wires for the treatment of periprosthetic hip fractures. *Int. Orthop.*, 10: 5.
  29. Kim J.J. et al. Factors affecting accurate drill sleeve insertion in locking compression plates. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.*, 2013; 99: 7: 823-827.

32. Schutz M. et al. Less invasive stabilization system (LISS) in the treatment of distal femoral fractures. *Acta Chir. Orthop. Traumatol. Cech.*, 2003; 70: 2: 74-82.
33. Jain J.K. et al. Locked Compression Plating for Peri- and Intra-articular Fractures Around the Knee. *Orthop. Surg.*, 2013; 5: 4: 255-260.
34. Tsukada S. et al. Locking versus non-locking neutralization plates for treatment of lateral malleolar fractures: a randomized controlled trial. *Int. Orthop.*, 2013; 9: 28.
35. Arumilli B. et al. Long PHILOS plate fixation in a series of humeral fractures. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.*, 2013; 10: 2.
36. Lenz M. et al. Mechanical behavior of fixation components for periprosthetic fracturesurgery. *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)*, 2013; 28: 9-10: 988-993.
37. Goetzen M. et al. Metaphyseal screw augmentation with PMMA of the LISS-PLT plate improves angular stability in osteoporotic proximal third tibia fractures - a biomechanical study in human cadaveric tibiae. *J. Orthop. Traumat.*, 2013; 9: 26.
38. Piątkowski K. et al. Outcome of comminuted proximal humerus fracture treatment with locking compression plate. *Pol. Orthop. Traumatol.*, 2013; 15: 78: 239-246.
39. Pai S., Shetty M.S., Kumar M.A. Internal fixation of fractures of both bones forearm: Comparison of locked compression and limited contact dynamic compression plate. *Indian J. Orthop.*, 2013; 47: 6: 643.
40. Mudussar A.A. et al. Percutaneous locking plates for fractures of the distal tibia: our experience and a review of the literature. *J. Trauma Acute Care Surg.*, 2012; 72: 81-87.
41. Ockert B. et al. Position of polyaxial versus monoaxial screws in locked plating for proximal humeral fractures: analysis of a prospective randomized study. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.*, 2013; 11: 20.
42. Rodriguez E.K. et al. Predictive factors of distal femoral fracture nonunion after lateral locked plating: A retrospective multicenter case-control study of 283 fractures. *Injury*, 2013; 11: 519.
43. Carron M.A. et al. Stability of Midface Fracture Repair Using Absorbable Plate and Screw System Pilot Holes Drilled and Pin Placement at Angles Other Than 90°. *JAMA Facial Plast. Surg.*, 2013; 10: 24.
44. Samora W.P. et al. Submuscular bridge plating for length-unstable, pediatric femur fractures. *J. Pediatr. Orthop.*, 2013; 33: 8: 797-802.
45. Perren S.M. et al. The limited contact dynamic compression plate (LC-DCP). *Arch. Orthop. Traum. Surg.*, 1990; 109: 30.
46. Nautiyal V.P. et al. Tissue response to titanium implant using scanning electron microscope. *J. Maxillofac. Surg.*, 2013; 4: 1: 7-12.
47. Van Olden G.D. VA-LCP anterior clavicle plate: The anatomically precontoured fixation system with angular stability for clavicle shaft. *Musculoskelet. Surg.*, 2013; 10: 27.
48. Wagner M. General principles for the clinical use of the LCP. *Ibid.*, 2003; 34: 2: 31-42.
30. Z. Ries et al. Healing results of periprosthetic distal femur fractures treated with far cortical locking technology: a preliminary retrospective study. *Orthop. J.*, 2013; 33: 7-11.
31. Ma J. et al. Intramedullary Nail versus Dynamic Compression Plate Fixation in Treating Humeral Shaft Fractures: Grading the Evidence through a Meta-Analysis. *PLoS One*, 2013; 8: 12: 75-82.
32. Schutz M. et al. Less invasive stabilization system (LISS) in the treatment of distal femoral fractures. *Acta Chir. Orthop. Traumatol. Cech.*, 2003; 70: 2: 74-82.
33. Jain J.K. et al. Locked Compression Plating for Peri- and Intra-articular Fractures Around the Knee. *Orthop. Surg.*, 2013; 5: 4: 255-260.
34. Tsukada S. et al. Locking versus non-locking neutralization plates for treatment of lateral malleolar fractures: a randomized controlled trial. *Int. Orthop.*, 2013; 9: 28.
35. Arumilli B. et al. Long PHILOS plate fixation in a series of humeral fractures. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.*, 2013; 10: 2.
36. Lenz M. et al. Mechanical behavior of fixation components for periprosthetic fracturesurgery. *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)*, 2013; 28: 9-10: 988-993.
37. Goetzen M. et al. Metaphyseal screw augmentation with PMMA of the LISS-PLT plate improves angular stability in osteoporotic proximal third tibia fractures - a biomechanical study in human cadaveric tibiae. *J. Orthop. Traumat.*, 2013; 9: 26.
38. Piątkowski K. et al. Outcome of comminuted proximal humerus fracture treatment with locking compression plate. *Pol. Orthop. Traumatol.*, 2013; 15: 78: 239-246.
39. Pai S., Shetty M.S., Kumar M.A. Internal fixation of fractures of both bones forearm: Comparison of locked compression and limited contact dynamic compression plate. *Indian J. Orthop.*, 2013; 47: 6: 643.
40. Mudussar A.A. et al. Percutaneous locking plates for fractures of the distal tibia: our experience and a review of the literature. *J. Trauma Acute Care Surg.*, 2012; 72: 81-87.
41. Ockert B. et al. Position of polyaxial versus monoaxial screws in locked plating for proximal humeral fractures: analysis of a prospective randomized study. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.*, 2013; 11: 20.
42. Rodriguez E.K. et al. Predictive factors of distal femoral fracture nonunion after lateral locked plating: A retrospective multicenter case-control study of 283 fractures. *Injury*, 2013; 11: 519.
43. Carron M.A. et al. Stability of Midface Fracture Repair Using Absorbable Plate and Screw System Pilot Holes Drilled and Pin Placement at Angles Other Than 90°. *JAMA Facial Plast. Surg.*, 2013; 10: 24.
44. Samora W.P. et al. Submuscular bridge plating for length-unstable, pediatric femur fractures. *J. Pediatr. Orthop.*, 2013; 33: 8: 797-802.
45. Perren S.M. et al. The limited contact dynamic compression plate (LC-DCP). *Arch. Orthop. Traum. Surg.*, 1990; 109: 30.
46. Nautiyal V.P. et al. Tissue response to titanium implant using scanning electron microscope. *J. Maxillofac. Surg.*, 2013; 4: 1: 7-12.
47. Van Olden G.D. VA-LCP anterior clavicle plate: The anatomically precontoured fixation system with angular stability for clavicle shaft. *Musculoskelet. Surg.*, 2013; 10: 27.
48. Wagner M. General principles for the clinical use of the LCP. *Ibid.*, 2003; 34: 2: 31-42.

Поступила 06.02.2014

Recieved 06.02.2014



**Информация об авторе**

1. Калашников П.И. - аспирант кафедры травматологии и ортопедии Воронежской государственной медицинской академии им. Н.Н. Бурденко. Email: Trauma.doct@gmail.com

**Information about the Author**

1. Kalashnikov P. - graduate student of the department of traumatology and orthopedics N.N. Burdenko Voronezh State Medical Academy. Email: Trauma.doct@gmail.com