

О. И. Шалатонина, И. В. Кандыбо, О. Н. Бондарев,
А. А. Ситник, О. А. Корзун

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПЕРЕЛОМОВ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

ГУ «Республиканский научно-практический центр
травматологии и ортопедии»

Изучены показатели восстановления функциональных параметров нервно-мышечной и сосудистой систем у пациентов с переломами мыщелков проксимального отдела большеберцовой кости после хирургического лечения с помощью электромиографического, ультразвукового и реовазографического доплерографических исследований. Показано, что применение разработанного способа малоинвазивного остеосинтеза по сравнению с традиционными методами открытой репозиции создает более благоприятные физиологические условия деятельности нервно-мышечной системы и регионарного кровотока. Таким образом, как известно, это позволило сократить сроки временной нетрудоспособности.

Ключевые слова: электромиография, ультразвуковая доплерография, реография, переломы проксимального отдела большеберцовой кости, малоинвазивный остеосинтез.

**O. I. Shalatonina, I. V. Kandybo, O. N. Bondarev,
A. A. Sitnik, O. A. Korzun**

PHYSIOLOGICAL CRITERIA OF EFFECTIVENESS OF SURGICAL TREATMENT OF PROXIMAL TIBIA FRACTURES

Indicators of restoration of functional parameters of neuromuscular and vascular systems at patients with changes of condyles of proximal department of a tibial bone after surgical treatment by means

of *elektromiografichesky, ultrasonic and reovazografichesky Doppler researches are studied. It is shown that application of the developed way of a low-invasive osteosynthesis in comparison with traditional methods of an open reposition creates more favorable physiological conditions of activity of neuromuscular system and a regionary blood-groove. Thus, as we know, it allowed to reduce terms of temporary disability.*

Key words: *electromyography, ultrasonography, rheography, proximal tibia fracture, minimal invasive osteosynthesis.*

Основными причинами возникновения переломов проксимального отдела большеберцовой кости являются дорожно-транспортные происшествия, падения в быту и спорте в условиях нефизиологической нагрузки по оси конечности и при ротации ее у пациентов трудоспособного возраста. По данным различных авторов они составляют от 2 до 5% среди всех переломов костей скелета и 10–12% от всех внутрисуставных переломов [1, 2, 6, 9]. Тяжелые внутрисуставные переломы сопровождаются импрессиией костной ткани со стороны суставной поверхности и сопутствующим повреждением суставно-связочных структур. Консервативное лечение таких переломов с помощью скелетного вытяжения требует длительного (до 1 месяца) нахождения пациентов в стационаре и применения гипсовой повязки на протяжении 3–6 месяцев. Эффективность хирургических методов лечения при указанных повреждениях достаточно высока, но и они не лишены недостатков. Часто поздним осложнением является развитие остеоартроза и болезненность в месте перелома. Одним из перспективных направлений при лечении переломов проксимального отдела большеберцовой кости является применение анатомически предизогнутых фиксаторов с блокированием винтов, важной особенностью которых является соответствие формы фиксатора физиологическим контурам проксимального отдела большеберцовой кости. Это делает возможным установку их через минимальные по величине доступы (3–5 см), без дополнительного травмирования отломков.

Цель исследования: определить степень изменений нервно-мышечной системы и регионарного кровотока у пациентов с переломами проксимальных мыщелков большеберцовой кости в динамике лечения, выявить особенности восстановительного периода и провести функциональный контроль эффективности разработанного в ГУ РНПЦ травматологии и ортопедии нового метода артроскопически ассистированного остеосинтеза и использование анатомически изогнутого фиксатора с блокированием винтов собственной конструкции [7, 8].

Материалы и методы. Электромиографические (ЭМГ), реовазографические (РВГ) и ультразвуковые доплерографические (УЗДГ) исследования выполнены у 37 пациентов с переломами проксимального отдела (мышцелков) большеберцовой кости в возрасте 28–65 лет в период 1,5–3, 6 и 12 месяцев после операции остеосинтеза в 2-х клинических группах: I группа (19) – малоинвазивная закрытая репозиция перелома и чрескожная фиксация винтами/пластинами, II группа (18) – традиционная открытая репозиция перелома с внутренней фиксацией.

Функциональное состояние мышц голени (*m. m. extensor hallucis longus, peroneus longus, gastrocnemius medialis, soleus*) определяли методами суммарной и стимуляционной электромиографии по стандартным методикам (Николаев С. Г., 2003). Оценивали скорость распространения возбуждения по двигательным волокнам ($CPB_{\text{мот.}}$) на разных участках периферических нервов (*n. peroneus, n. tibialis*), тестируя моторные ответы *m. extensor digitorum brevis* и *m. abductor hallucis*.

Методом РВГ рассчитывали объемную скорость кровотока (Q , мл/100см³/мин) в области бедра, голени и стопы. При доплерографическом исследовании *aa. и vv. femoralis, femoris superficialis, profunda femoris, poplitea, tibialis posterior, tibialis anterior, dorsalis pedis* определяли кровяной поток (КП, см³/мин), диаметр сосуда (см). Аппаратура: нейроусреднитель «Нейро-МВП», «Рео-Спектр-3» (Нейрософт, Россия), ультразвуковой сканер «HD-15» (PHILIPS). Статистическая обработка данных

выполнялась в программе Microsoft Excel с использованием t-критерия Стьюдента.

Контрольную группу составили 12 практически здоровых людей (21–52 лет).

Результаты и обсуждение. Сравнение результатов ЭМГ исследования в 2-х группах показало, что амплитудные и частотные параметры мышц голени травмированной конечности при малоинвазивном способе лечения во все исследуемые сроки превосходили аналогичные данные у пациентов с традиционным остеосинтезом (29–180%), причем в 3 и 6 месяцев эти различия подтверждались статистически ($p < 0,05$). К 12 мес. после операции у пациентов I группы показания амплитудных значений БА относительно среднестатистических нормативных достигали нормы (*mm. tibialis anterior, m. extensor hallucis longus, m. peroneus longus*) или были снижены на 14–19% на ЭМГ *mm. soleus, gastrocnemius medialis*. Во II-ой группе показатели ЭМГ всех групп мышц оставались на низком уровне. Так, средняя амплитуда ЭМГ *m. tibialis anterior* составляла 564 ± 252 мкВ (41% от нормы), *m. extensor hallucis longus, m. soleus* – 438 ± 210 и 335 ± 154 мкВ (37% от нормы). Наибольшие отличия средних значений амплитуды от контрольных данных (59% от нормы) сохранялись на ЭМГ *m. peroneus longus*. Изменения параметров БА мышц голени отмечались и на интактной конечности. По завершении лечения и обследования пациентов (12 мес.) параметры БА мышц интактной конечности у пациентов I группы восстановились до значений нормы, с небольшим снижением амплитуды *m. soleus* (13%). У пациентов II группы различия в амплитуде сохранялись на ЭМГ *m. extensor hallucis longus, m. peroneus longus* (разница в 30–35%) со статистической достоверностью ($p < 0,05$), а также на ЭМГ *m. gastrocnemius medialis* и *m. soleus* (до 20%).

По результатам стимуляционной электромиографии амплитуды М-ответов *m. extensor digitorum brevis* (при стимуляции *n. peroneus*) у пациентов I группы составляли в среднем $5,4 \pm 1,2$ мВ в противоположность к данным амплитуды М-ответов этой мышцы у пациентов группы II, среднее значение которых было $3,7 \text{ мВ} \pm 0,8$ (разница в 32%). Величина средней амплитуды М-ответа *m. abductor hallucis* при стимуляции *n. tibialis* составила $5,11 \pm 1,1$ мВ в I группе и $3,95 \pm 0,9$ мВ во II группе пациентов (разница в 23%).

Скорость распространения моторного импульса ($CPB_{\text{мот.}}$) для *n. peroneus* находилась в пределах нормы (40–60 м/с) у 13 пациентов I группы со средним значением $44 \pm 5,6$ м/с и была снижена до 10% только у 4 наблюдаемых. Для *n. tibialis* среднее значение $CPB_{\text{мот.}}$ у 6 пациентов составляло $38 \pm 6,8$ м/с, отличаясь от контрольных на 24%. Во II группе пациентов $CPB_{\text{мот.}}$ для *n. tibialis* составляла $36,6 \pm 7,2$ м/с, а для *n. peroneus* – $34,4 \pm 3,2$ м/с (снижена) и только у 2 пациентов из 10 превышала 40 м/с. Эти данные подтверждали клиническую картину нейропатии малоберцового нерва у 5 пациентов группы II.

Исследования состояния регионарного кровотока нижних конечностей у пациентов с переломами мыщелков большеберцовой кости выявили выраженное достоверное ($p < 0,05$) снижение объемной скорости кровотока (Q , см³/мин/100 см³) относительно среднестатистических значений травмированной и интактной конечности, незначительно более выраженное на стороне перелома. Это снижение в период 1,5–3 мес. составило у пациентов I группы в области бедра 68%, в области голени – 47%, в области стопы – 40%, у пациентов II группы в области бедра – 82%, голени и стопы – 58%. Характерной особенностью явилось медленное прогрессирование функцио-

Оригинальные научные публикации

нальных параметров в восстановительном периоде. У пациентов обеих групп ожидаемое увеличение уровня кровенаполнения мышц обеих нижних конечностей (31–38%) к 6 мес. реабилитационного периода, связанное с восстановлением опороспособности травмированной конечности, сменялось к 12 мес. возвращением его значений практически к исходному уровню. Тем не менее, у пациентов I группы в восстановительном периоде объемное кровенаполнение мышц нижних конечностей было выше, чем у пациентов II группы в среднем в области бедра на 69%, в области голени – на 22%, в области стопы – на 32%.

Количественное распределение значений диаметра и кровяного потока магистральных вен в динамике восстановительного лечения можно расценивать как замедление венозного оттока на травмированной конечности по сравнению с интактной у пациентов I группы по *v. poplitea* в 12 мес. и по *vv. tibiales posteriores* в 2–4 мес., а у пациентов II группы по *v. femoralis* до 12 мес., по *v. poplitea* в 2–4 мес., *vv. tibiales posteriores* – в 12 мес.

Сопоставление доплерографических параметров магистральных артерий показало, что у пациентов I группы, оперированных по новой методике, по сравнению с результатами пациентов группы II, значение диаметра магистральных артерий было выше на оперированной конечности: *a. femoralis* на 12% и 8% в 6 и 12 мес.; *a. femoris superficialis* на 14% в 6 мес.; *a. profunda femoris* 3% и 20% в 4 и 6 мес.; *a. poplitea* на 4%, 16% и 3% в 4, 6 и 12 мес.; *a. tibialis posterior* на 2% в 6 и 12 мес.; *a. tibialis anterior* на 4%, 2% и 4% в 4, 6 и 12 мес.; *a. dorsalis pedis* на 12% и 6% в 4 и 12 мес. Во все периоды реабилитации по артериям берцового сегмента отмечали более высокие значения КП на оперированной конечности у пациентов, оперированных по новой методике. Эти данные показывают преимущества нового метода лечения. В период 12 мес. после операции пациенты обеих групп имели одинаковый двигательный режим, однако уровень объемного кровотока (данные РВГ) в сегментах нижних конечностей оставался низким, в большей степени у пациентов II группы. Перераспределение КП по магистральным артериям в пользу дистального сегмента от места травмы, имеющее место у пациентов I группы обеспечивало более высокий восстановительный потенциал для мышечной активности в период функциональной адаптации после перелома, который может продолжаться до 3 лет с момента травмы.

Как известно, координация деятельности мышц в области прилегающих к коленному суставу сегментов (бедро, голень) осуществляется на основании сенсорной информации от механорецепторов, расположенных в менисках, капсуле сустава, связках и в других структурах [10]. Совокупность этих образований создаёт стабильность сустава, сбалансированность работы мышц-сгибателей и разгибателей, что обеспечивает оптимальную двигательную функцию конечности. Травмы в непосредственной близости к коленному суставу при повышенных нагрузках или остром одномоментном повреждении приводит к раздражению внутрисуставных рецепторов, нарушению принципа «биологической обратной связи», в результате чего рефлекторно изменяется деятельность мышц. В проведенном нами анализе это проявилось снижением амплитуды и частоты БА произвольного напряжения мышц голени. Проприорецепторы генерируют и передают информацию о каждой фазе двигательного акта, положении суставов, длине и напряжении всех мышц, участвующих в движении. В связи с ограничением (или изменением) вследствие травматического повреждения характера проприоцептивной афферентации происходят изменения центральных механизмов координации и интеграции моторной деятельности, нарушения единства и согласованности деятельности мышечных групп. Сложные условия восстановления конгруэнтности в суставе могут оказывать непосредственное влияние на сенсомоторную деятельность контролирующих структур, в результате чего восстановление функциональных параметров при внутрисуставном переломе происходит медленнее, чем при диафизарных переломах трубчатых костей [3–5].

Сложные гемодинамические реакции, возникающие на этапах восстановления целостности кости и двигательной функции,

направлены прежде всего на обеспечение обменных процессов в регенерирующих тканях. Наряду с включением механизмов, отвечающих за репаративный остеогенез, активируются процессы вегетативного регулирования. Изменения кровообращения в разных сегментах травмированной и интактной конечности у пациентов обеих групп характеризовались однонаправленными вазомоторными реакциями, что позволяет предположить их реализацию не только структурами сегментарного, но и супрасегментарного уровня.

Таким образом, переломы мышечков большеберцовой кости, являясь внутрисуставным переломом, сопровождаются выраженным снижением параметров произвольной и вызванной биоэлектрической активности мышц и объемного кровенаполнения не только травмированной, но и интактной конечности, медленным прогрессированием функциональных параметров в реабилитационном периоде, что связано, в определённой мере, с локализацией травматического повреждения в активной зоне рецепторного контроля. Предложенный малоинвазивный способ оперативного лечения в меньшей степени изменяет физиологические условия деятельности нервно-мышечной системы и регионарного кровотока, что проявляется более высоким уровнем кровенаполнения тканей травмированной нижней конечности, адекватным венозным оттоком и прогрессивным нарастанием мышечной активности в фазы остеорегенерации и в период функциональной адаптации. В результате проведенного лечения средняя продолжительность временной нетрудоспособности пациентов составила в I группе $27,0 \pm 12,7$ недели, во II – $34,1 \pm 16,4$ недели, т. е. сроки временной нетрудоспособности сократились на 7 недель.

Литература

1. Бондарев, О. Н. Открытая репозиция и внутренняя фиксация при переломах мышечков большеберцовой кости / О. Н. Бондарев, И. В. Кандыбо, С. И. Худницкий, А. А. Ситник, А. В. Белецкий // *ARS medica*. – 2012. – № 4(59). – С. 28–33.
2. Гилев, М. В. Новые подходы к лечению внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости / Гилев, М. В., Волокитина Е. А., Антониади Ю. В., Черницын Д. Н. // *Уральский Медицинский журнал*. – 2012. – № 6. – С. 121–127.
3. Долганова, Т. И. Реакция магистрального кровотока у пострадавших с полисегментарными переломами нижних конечностей при лечении методом чрескостного остеосинтеза / Т. И. Долганова, А. Г. Карасев, Д. В. Долганов // *Чаклиновские чтения: материалы науч.-практ. конф. травматологов-ортопедов с международным участием*. – Екатеринбург, 2011. – С. 43–45.
4. Кандыбо, И. В. Лабильность регионарного кровотока при травматическом повреждении длинных трубчатых костей // *Вестні НАН Беларусі. Сер. мед. навук.* – 2013. – № 4. – С. 38–45.
5. Кандыбо, И. В. Восстановление функции периферического кровотока и нервно-мышечной системы у пациентов с диафизарными переломами костей голени в динамике остеогенеза / Кандыбо И. В., Шалатонина О. И. // *Вестник травматологии и ортопедии Урала*. – 2012. – № 3–4. – С. 60–64.
6. Кутепов, С. М. Осложнения при хирургическом лечении внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости / Кутепов С. М., Гилев М. В., Антониади Ю. В. // *Гений Ортопедии*. – 2013. – № 3. – С. 9–12.
7. Метод остеосинтеза переломов проксимального отдела большеберцовой кости фиксатором с блокированием винтов: инструкция по применению № 102-0913 / А. В. Белецкий, А. А. Ситник, О. Н. Бондарев; утв. МЗ РБ 5 декабря 2013 г. Минск, 2013 г.
8. Способ фиксации костных отломков при остеосинтезе перелома наружного мышечка большеберцовой кости: пат. 18055 МПК А 61В 17/56 Респ. Беларусь [Электронный ресурс] / А. В. Белецкий, А. А. Ситник, О. Н. Бондарев; заявитель Респ. науч.-практ. центр травматологии и ортопедии. № а 20110603; заявл. 10.05.2011 // *Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці*. – 2014. – № 1. – С. 62–63. – Режим доступа: belgospatent.by. – Дата доступа: 28.02.2014.
9. Keating, J. F. Tibial plateau fractures in the older patient // *Bull Hosp. Jt. Dis.* – 1999. – Vol. 58, № 1. – P. 19–23.
10. Solomonow, M. Sensorimotor control of knee stability / Solomonow M., Krogsgaard M. // *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sport*. – 2001. – Vol. 11 (2). – P. 64–80.

Поступила 26.03.2015 г.