

ОБРАТИМАЯ ОСТРАЯ ИШЕМИЯ, ВЫЗВАННАЯ СДАВЛЕНИЕМ АРТЕРИИ КОСТНЫМ ОТЛОМКОМ

REVERSIBLE ACUTE ISCHEMIA CAUSED BY ARTERY COMPRESSED BY A BONE FRAGMENT

Махамбетчин М.М. Мakhambetchin M.M.
Степанов А.А. Stepanov A.A.

НИИ травматологии и ортопедии
Республики Казахстан,
г. Нур-Султан, Республика Казахстан

Scientific and Research Institute of Traumatology
and Orthopedics of the Republic of Kazakhstan,
Nur-Sultan, the Republic of Kazakhstan

Цель – демонстрация клинического случая сдавления подколенной артерии отломком большеберцовой кости с развитием острой ишемии голени и обсуждение возможного механизма смещения отломка при скелетном вытяжении с достаточным грузом.

Материалы и методы. На рассмотрение представлен клинический пример развития и устранения острой ишемии голени у больной 64 лет с закрытым переломом проксимальной трети обеих костей голени в результате ДТП. Приводится обзор литературы по проблеме повреждений подколенной артерии при закрытых переломах костей голени.

Результаты. Проведено поэтапное лечение больной с тяжелой сочетанной травмой голени, с развитием острой ишемии голени и стопы. Выполнены лапаротомия с остановкой внутрибрюшного кровотечения, наложение аппарата наружной фиксации на голень, после стабилизации состояния мостовидный остеосинтез большеберцовой кости пластиной. Получен хороший функциональный результат. Клинический пример демонстрирует возможность острой артериальной непроходимости за счет сдавления подколенной артерии отломком большеберцовой кости. Анализ развившейся ишемии при скелетном вытяжении и быстрое восстановление кровотока в конечности сразу после изменения положения голени позволяют описать механизм сдавления артерии.

Выводы. Острая артериальная непроходимость при переломах проксимальной трети большеберцовой кости может быть устранена изменением положения конечности с переводом ее со скелетного вытяжения на аппарат наружной фиксации. Соблюдение принципа Damage Control Orthopaedics с ранним наложением аппарата наружной фиксации позволяет устранить источник, поддерживающий травматический шок, улучшить уход за больным, предупредить и устранить нарушения кровообращения в конечности. Аппарат наружной фиксации как хирургическое средство ортопедического профиля может быть эффективным для лечения сосудистых осложнений перелома.

Ключевые слова: перелом большеберцовой кости; подколенная артерия; сдавление артерии; острая ишемия; аппарат наружной фиксации; политравма; damage control.

Objective – to present a clinical case with the popliteal artery compressed by a tibial bone fragment, with development of acute ischemia in the leg, and to show a possible mechanism of displacement of a fragment in skeletal traction with sufficient load.

Materials and methods. The review presents the clinical case of development and correction of acute ischemia in the leg in a female patient, age of 64, with the closed fracture of the proximal one-third of both leg bones after a road traffic accident. The review of literature discussing the problem of popliteal artery injuries in closed fractures of bone legs was carried out.

Results. The staged treatment of the patient with the severe concomitant injury to the leg and acute ischemia in the leg and the foot was carried out. Laparotomy with intraabdominal bleeding arrest was performed. The external fixing apparatus was applied. After condition stabilization, bridging plate osteosynthesis of the tibial bone was conducted. The good functional outcome was achieved. The clinical case shows a possibility of acute arterial obstruction by means of popliteal artery compressed by a fragment of the tibia. The analysis of developed ischemia in skeletal traction, and rapid recovery of blood flow in the extremity after changing position of the leg allow describing the mechanism of artery compression.

Conclusion. Acute arterial obstruction in fractures of the proximal one-third of the tibial bone can be corrected with changing position of the limb with transition from skeletal traction to the external fixation apparatus. The adherence to Damage Control Orthopaedics, and early use of the external fixation apparatus allow eliminating the source of traumatic shock, improving patient's care, preventing and removing the blood flow disturbance in the extremity. The external fixation apparatus as a surgical technique of orthopedic profile can be efficient for treatment of vascular complications of a fracture.

Key words: tibial bone fracture; popliteal artery; arterial compression; acute ischemia; external fixation apparatus; polytrauma; damage control.

Переломы костей голени в составе сочетанной травмы составляют 22-25 % от всех переломов длинных костей [1, 2]. Перелом проксимального отдела большеберцовой кости является относительно

редкой травмой, по данным литературы, частота таких переломов менее 1 % как среди взрослого населения, так и среди детей [3-10]. Еще реже эти переломы сочетаются с повреждением подколенной арте-

рии [5, 8]. В целом повреждение артерий при переломе нижней конечности встречается в 0,1-0,8 % [11-13]. Burkhart S.S. и Guled U. ссылаются на данные литературы, где частота такого сочетания коле-

Для цитирования: Махамбетчин М.М., Степанов А.А. ОБРАТИМАЯ ОСТРАЯ ИШЕМИЯ, ВЫЗВАННАЯ СДАВЛЕНИЕМ АРТЕРИИ КОСТНЫМ ОТЛОМКОМ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2020. № 1, С. 80-87.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/193>

DOI: 10.24411/1819-1495-2020-10011

блется от 7,1 % до 7,7 % [3, 8]. По данным Hagrell D.J. и соавт., частота травм подколенной артерии с переломами около колена 3 % против 16 % при задних вывихах голени [14].

Одной из ранних публикаций, где описана гангрена при высоком косом переломе большеберцовой кости, является известная монография Watson-Jones R. «Fractures and joint injuries» [15]. В ней автор указывает, что данный вид перелома является наиболее опасным с точки зрения повреждений сосудов и в 5 из 7 случаев переломов такого типа развилась гангрена. О высокой частоте ампутаций, в том числе из-за задержки хирургического вмешательства, пишут и другие авторы [5, 13, 14, 16, 18, 20-25]. Segal D. с соавт., Green N.E., Swiontkowski M.F. указывают на связь длительности ишемии с прогнозом ее последствий: при ишемии до 6 часов вероятность сохранения конечности 90 %, если ишемия длится свыше 8 часов — ампутация часто неизбежна [16, 26].

Повреждение сосудов подколенной области остается одной из самых сложных диагностических и терапевтических проблем для травматологов [14, 27-30]. Редкость сочетания перелома проксимальной трети большеберцовой кости с повреждением артерии снижает бдительность врачей в отношении этой патологии и обуславливает запоздалую диагностику и лечение, своевременность которых важны для достижения хорошего результата [16, 18-20, 22, 30-32].

Мы представляем клинический случай сдавления подколенной артерии отломком кости с развитием обратимой острой ишемии (ОИ) конечности.

Цель сообщения — демонстрация клинического случая сдавления подколенной артерии отломком большеберцовой кости с развитием острой ишемии голени и обсуждение возможного механизма смещения отломка при скелетном вытяжении с достаточным грузом.

Клиническое наблюдение

В соответствии с этикой публикаций пациентка дала добровольное информированное согласие на пу-

бликацию клинического наблюдения.

Больная 64 лет доставлена с места ДТП в 20:16, через 30 минут с момента травмы. После осмотра и обследования выставлен диагноз: «Сочетанная травма. Закрытая травма живота. Внутривнутрибрюшное кровотечение. Закрытая травма грудной клетки. Закрытый перелом 5, 6, 7-го ребер справа. Подкожные гематомы грудной стенки, передней брюшной стенки. Закрытый перелом проксимальной трети обеих костей левой голени со смещением (рис. 1). Травматический, геморрагический шок 3-й степени».

На момент госпитализации кожные покровы и температура обеих стоп были одинаковы, пульсация на периферии обеих нижних конечностей при артериальном давлении 100/60 мм рт. ст. была отчетливая. Показаний к ультразвуковому исследованию (УЗИ) кровотока конечностей не было. Левая голень отличалась от правой только локальным отеком верхней трети.

Перед экстренной операцией артериальное давление 60/30, произведена операция: лапаротомия, ушивание разрыва желудка, перевязка сосудов брыжейки поперечно-ободочной кишки, удаление оторванного желчного пузыря. Согласно лечебной тактике Damage

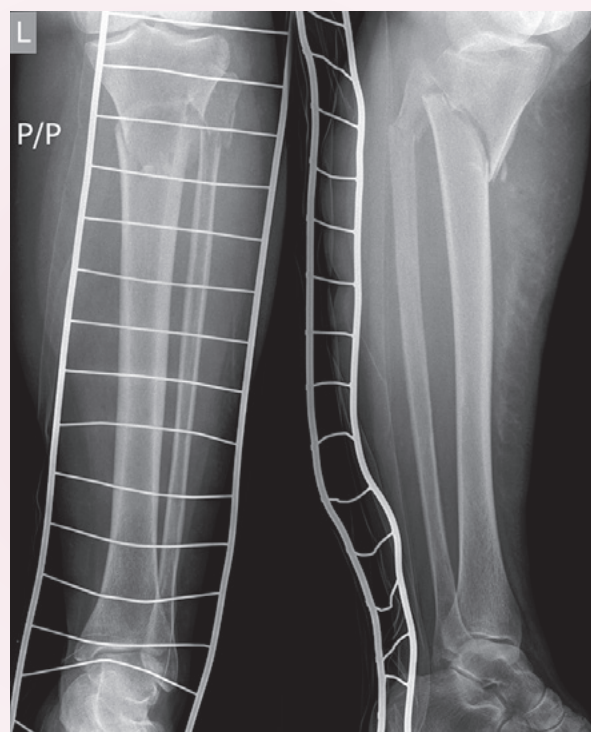
control, манипуляции выполнялись только с целью гемостаза, наружное дренирование пузыря не проводилось. Внутривнутрибрюшное кровотечение тяжелой степени (3 л). Снижение гемоглобина до 60 г/л, гемотрансфузии, вазопресоры.

Левая голень во время операции иммобилизована лестничной шиной. Допущена тактическая ошибка: травматолог с аппаратом наружной фиксации (АНФ) прибыл к моменту завершения операции, и, в силу критичности состояния пациентки, анестезиолог воздержался от дальнейшего пребывания больной в операционной, решено отложить наложение АНФ. После операции конечность больной уложена на шину Беллера со скелетным вытяжением, груз 6 кг. После операции на фоне нестабильной гемодинамики и вазопрессоров пульсация на периферии обеих нижних конечностей не определялась, кожные покровы и температура голени и стоп были одинаковыми.

Через 12 часов после госпитализации левые голень и стопа бледные, прохладные на ощупь в сравнении с правой, появились участки мраморности и незначительной синюшности кожи голени и стопы. Пульсация на периферии обеих нижних конечностей на фоне вазопрессоров не определяется.

Рисунок 1
Рентгенограмма
левой голени в
двух проекциях.
Перелом обеих
костей в верхней
трети со смещением

Figure 1
X-ray image of left
leg in two planes.
A fracture of both
bones in upper
one-third with
displacement



Большая кровопотеря с гиповолемией и продолжительной гипотонией, характер перелома костей голени — значительные факторы риска развития острого компартмент-синдрома (ОКС). Вместе с тем симптомы ОИ левой голени и стопы были больше характерны для острой артериальной непроходимости, чем для ОКС. Мраморная кожа свидетельствовала в пользу острой артериальной непроходимости, чем в пользу ишемии от ОКС, к ранним внешним признакам которого относятся бледность, блеск, «натянутость», напряженность кожных покровов, деревянистая плотность по ходу напряженного фасциального футляра [33-35]. К поздним симптомам ОКС относятся бледность кожных покровов, контрактуры, отсутствие пульса на периферии конечности, парезы [33-35]. На основании клиники и сроков развития ишемии диагноз ОКС исключен.

Произведено УЗИ сосудов нижних конечностей: кровоток в правой голени сохранен, а в левой не определяется. Сосудистый хирург расценил ситуацию как ОИ левой голени и стопы на фоне недостаточной репозиции и иммобилизации отломков и нарастающего отека мягких тканей. С учетом неустойчивой гемодинамики, поддерживаемой двумя вазопрессорами, решено сначала устранить возвышенное положение голени, наложить АНФ с устранением смещения отломков. Причина задержки наложения АНФ указана выше.

После демонтажа скелетного вытяжения и перевода левого бедра и голени в полное горизонтальное положение, наложения АНФ, в течение 10-15 минут мраморность и синюшность кожи полностью регрессировали, температура обеих конечностей сравнялась. Пульсоксиметр с пальца левой стопы стал улавливать отсутствующую до демонтажа скелетного вытяжения сатурацию, которая постепенно поднималась до 95 % (рис. 2, 3).

На третьи сутки с момента госпитализации гемодинамика больной стабилизировалась, вазопрессоры отменены, появилась симметричная пульсация периферических артерий обеих нижних конечностей.

Экстубирована на 6-е сутки. Длительное время сохранялась дыхательная недостаточность вследствие ушиба легкого.

На 23-и сутки со дня госпитализации произведена операция: мостовидный остеосинтез большеберцовой кости пластиной (рис. 4). Послеоперационный период протекал без осложнений. Заживление раны первичным натяжением. Кровообращение в обеих нижних конечностях симметричное, пульсация периферических сосудов отчетливая. Пациентка выписана на 10-е сутки после операции (на 33-и сутки с момента поступления).

Восстановление кровообращения конечности без хирургического вмешательства в области сосудов, на фоне тяжелого посттравматического шока, подтверждает эффективность АНФ в сравнении с другими методами временной иммобилизации.

ОБСУЖДЕНИЕ

В базах данных PubMed и eLIBRARY (за период с 1963 по 2019 год) из публикаций, где описана ОИ вследствие различных повреждений подколенной артерии при травмах голени, отобрана 51 статья. В число выбранных статей не вошли сообщения, где причиной повреждения подколенной артерии были проникающие ранения. Также в обзор не включались сообщения, в которых единственной причиной ОИ являлся вывих голени или только ОКС.

Дистальная часть подколенной артерии лежит близко к задней верхней поверхности большеберцовой кости. Соединительнотканые перегородки, фиксирующие сосуд, удерживают его у капсулы коленного сустава, что повышает уязвимость артерии к травме [9, 22]. В силу анатомического расположения и окружения артерий фиброзным сводом и сухожильными окончаниями мышц, подколенная и передняя большеберцовая артерии подвержены травмам при переломах или вывихах голени [8, 22]. При переломах костный фрагмент может вызвать прямую травму артериального ствола. Другая возможная причина артериального повреждения, сопровождающего закрытые

Рисунок 2

Рентгенограмма после наложения аппарата наружной фиксации

Figure 2
X-ray image after application of external fixation apparatus

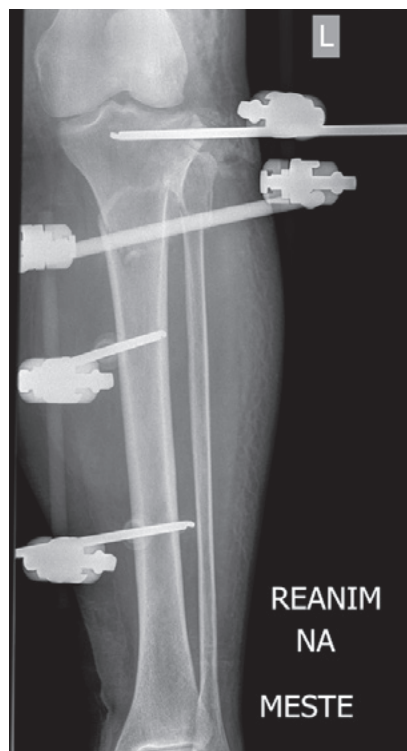


Рисунок 3

На бедро и голень наложен аппарат наружной фиксации. Кожа левой голени и стопы обрела обычную окраску

Figure 3
External fixation apparatus applied to hip and leg. Skin of left leg and foot with unusual color.



переломы, — частичное нарушение артериальной стенки с тромбозом на уровне перелома [22].

Острое нарушение кровообращения голени и стопы при закрытых переломах большеберцовой кости в основном связано с прямым механическим повреждением сосудов [13, 16-19, 31] или развитием ОКС [6, 8, 11, 15, 23, 24, 31, 35, 36]. Popescu G.I. с соавторами описывают 44 случая развития ОИ при переломах конечности [40]. В 12 случаях имелся перелом большеберцовой кости. Среди различных видов повреждений артерий сдавление и спазм были констатированы только в 8 случаях без детализации механизмов повреждения. В одном случае установлена гематома, вызвавшая компрессию как спонтанный гемостаз, так и ОИ. Noerdlinger M.A. с соавт. и McGuigan J.A. с соавт. описывают переломы верхней трети большеберцовой кости, осложненные ОИ вследствие развития тромбоза подколенной артерии, однако не уточняется генез факторов, вызвавших тромбоз, основное внимание уделено диагностике ОИ и реконструктивной операции [6, 37]. Downs A.R., MacDonald P., как и Wagner W.H. с соавт., сообщают о частоте тех или иных повреждений артерии, среди которых наиболее частыми причинами развития ОИ являются пересечение и тромбоз артерии [38, 41]. Seybold E.A., Busconi B.D. приводят случай, в котором диагноз тромбоза подколенной артерии был запоздалым, потому что отсутствие пульса на стопных артериях связывали с ОКС [34]. Causey M.W. сообщают о развитии ОИ в результате расслоения интимы [32].

Окклюзия артерий нижних конечностей из-за травмы с низкой энергией встречается редко, а отсроченное течение, требующее спасения конечностей, является еще более необычным осложнением [27, 32, 42, 43]. Во многих наблюдениях [5, 19, 25, 27, 30-32, 42, 44] отдельно подчеркивалась проблема отсроченной диагностики повреждения артерий, которые в момент поступления и в ближайшее время не были обнаружены. Авторы сообщений подчеркивают, что даже

при наличии пульса на стопе в момент поступления надо учитывать возможность повреждения подколенной артерии всякий раз, когда наблюдается травма вблизи коленного сустава [5, 11, 19, 25, 27, 30-32, 42, 44]. Клинические случаи с отсроченной ОИ при переломах данной локализации чаще связаны с тромбозом артерий голени [32, 42]. Alshammari D. с соавт. описывают случай диагностики повреждения подколенной артерии через 12 часов после травмы [31]. Сначала пульс на периферии был, но исчез на операционном столе при подготовке к остеосинтезу. Ревизия показала расслоение подколенной артерии, требующее шунтирования для восстановления кровотока.

Gable D.R. с соавт. утверждают, что пульс не является абсолютно надежным показателем для исключения артериальной травмы [29]. Высокая вероятность пропустить травму подколенной артерии требует проведения ангиографии или УЗИ. Авторы приводят случай проведения экстренной операции на сосудах через пять недель после травмы в связи с разрывом травматической псевдоаневризмы подколенной артерии. Kim J.W. с соавт. наблюдали редкий случай окклюзии подколенной артерии с наличием артериальных импульсов из-за коллатерального кровообращения после закрытой травмы [45]. Этот случай иллюстрирует, что даже при отсутствии вывиха голени хирурги должны всегда учитывать возможность повреждения подколенной артерии всякий раз при закрытой травме около коленного сустава.

Segal D. с соавторами делают вывод: «конечность с инфраоплентальным артериальным инсультом в сочетании с переломом большеберцовой кости можно сохранить только при проходимости передней или задней большеберцовой артерии. Плохие клинические результаты коррелируют с серьезностью повреждения кости, а не с конкретной травмой артерии» [16].

По данным обзора литературы, восстановление кровотока в голени при ОИ достигалось только путем операции. Bonneville P., ретроспективно анализируя 29 случаев

Рисунок 4
Рентгенограмма после
osteosynthesis
Figure 4
X-ray image after osteosynthesis



перелома дистального отдела бедра и проксимального отдела голени с повреждением подколенной артерии, констатирует, что восстановление сосудов почти всегда достигалось с помощью шунтирования [46]. Pourzand A. и соавт. из 60 случаев повреждения подколенной артерии сообщают, что кровоток восстанавливался только путем операции: шунтирование в 63 %, анастомозирование в 32,3 %, боковое восстановление в 4,8 % [18].

С учетом особенности переломов костей в детском возрасте, а именно переломов по типу эпифизеолиза, вероятность повреждения подколенной артерии при травме проксимальной трети большеберцовой кости чаще встречается у детей. Burkhart S.S. и соавт., опираясь на опыт известной клиники Мейо, в своей статье указывают, что большинство переломов в прок-

симальной части голени были у подростков [3]. В обзоре литературы Clement N.D., Goswami A. приводят интересные эпидемиологические данные, согласно которым пик эпифизарных переломов голени приходится на 12-14 лет [35]. Wozasek G.E. и соавт. сообщают о 30 случаях повреждения проксимального эпифиза, три из которых осложнились периферической ишемией, в одном случае ишемические повреждения привели к ампутации выше колена [47]. Схема эпифизеолиза со сдавлением подколенной артерии приведена в главе 82 руководства Operative Pediatric Surgery, Second Edition 2014 by McGraw-Hill Education [48].

Из 51 отобранного сообщения в названии 25 присутствует закрытый перелом большеберцовой кости, осложненный ОИ. В 8 из этих 25 статей пострадавшие — дети и подростки. В статье Burkhart S.S. и соавт. приводится два случая ОИ голени и стопы на фоне перелома верхней трети большеберцовой кости у двух детей, оба случая закончились ампутацией конечности [3]. Shelton W.R., Canale S.T. приводят два наблюдения повреждения подколенной артерии при переломе большеберцовой кости через проксимальный эпифизарный хрящ со смещением дистального отломка назад без уточнения характера повреждения и его последствий [49].

Среди 25 статей только в названии одной [50] присутствует словосочетание «сдавление подколенной артерии». Полное название статьи звучит как «Сжатие (сдавление) подколенной артерии вследствие эпифизарного отделения верхней части большеберцовой кости. Случай из практики». Статья на китайском языке, резюме и основной текст для перевода недоступны. Так как речь идет об «эпифизарном отделении» можно предположить, что случай не связан со взрослым пациентом.

Если английское слово «entraped» переводить как «ущемление», то еще две статьи в своем названии имеют словосочетание «ущемление артерии» и перелом проксимального отдела большеберцовой кости [22, 36]. Fukuda A. и соавт. демонстрируют случай ущемления-за-

хвата передней большеберцовой артерии дистальным фрагментом большеберцовой кости, который имел поперечное латеральное смещение. Данное смещение вызвало поперечное натяжение подколенной артерии с нарушением в нем кровотока. Последний был восстановлен только на операции с ревизией подколенной и перевязкой передней большеберцовой артерий из-за повреждения ее интимы [22]. Вторая статья, несмотря на дату публикации (1986 г.), отсутствует в открытом доступе.

Katsenis D.L. и соавт. в статье приводят наглядную картину ангиографии с нарушением проходимости подколенной артерии над областью перелома большеберцовой кости, однако механизм непроходимости артерии и ее последствия не освещаются, содержание статьи главным образом посвящено методам фиксации перелома [51].

Таким образом, при обзоре литературы не удалось найти сообщений об обратимой ОИ вследствие сдавления артерии костным отломком большеберцовой кости у взрослых. Восстановление кровотока голени у нашей больной, главным образом, изменением его положения можно объяснить характером перелома большеберцовой кости; а именно, косой перелом верхней трети большеберцовой кости при укладывании на шину Беллера у нашей больной приобрел характер разгибательного перелома со смещением конца периферического отломка кзади. Портняжная, тонкая, полусухожильная мышцы крепятся к внутренней поверхности верх-

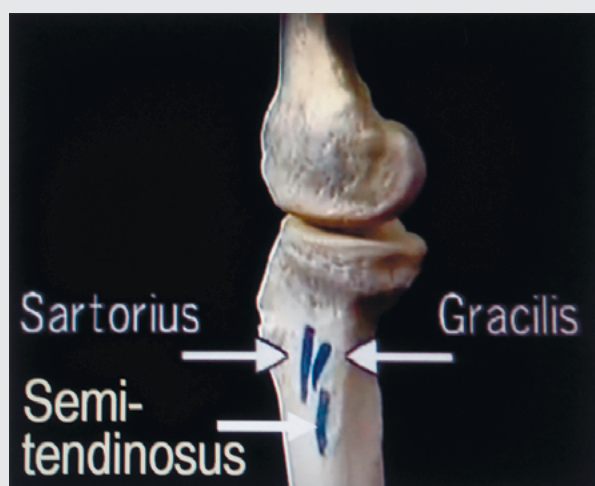
ней трети большеберцовой кости (рис. 5).

Места прикрепления этих мышц у данной больной располагались ниже, сразу под косой линией перелома. Рефлекторное сокращение данных мышц при переломах, а также расположение голени под углом 45° к вектору сокращения этих мышц смещали конец периферического отломка кзади (вниз), что вызывало сдавление концом отломка проходящей под ней подколенной артерии (рис. 6). Watson-Jones R. в своей монографии указывает: «Периферический отломок большеберцовой кости смещается кверху (*по ходу конечности*) и кзади; ее острый край повреждает подколенную артерию в месте ее бифуркации на том уровне, где она фиксирована. Предвидя такую опасность, следует отложить наложение гипсовой повязки на 3 дня. Если пульс не прощупывается, надо произвести новокаиновую блокаду и быть готовым к обнажению артерии». В приведенном нами наблюдении исходно, в момент травмы пересечения или повреждения стенок подколенной артерии периферическим отломком не было. Конфликт периферического отломка и артерии заключался только в сдавлении при положении голени на шине Беллера, на скелетном вытяжении, несмотря на адекватный груз.

Сдавлению артерии также способствовало противодействие на икроножную мышцу натянутой на шине материи, на которую своей массой давила голень. При выпрямлении конечности тяга периферического

Рисунок 5
Места
прикрепления
m. Sartorius,
m. Gracilis, m.
Semitendinosus
в верхней трети
голени

Figure 5
Points of adherence
of m. Sartorius,
m. Gracilis, m.
Semitendinosus
in upper one-third
of leg



отломка названными мышцами становилась не под углом, а прямо по оси бедра и смещение отломка кзади (вниз) устранялось вместе с его давлением на артерию (рис. 7а, б).

Изменения цвета кожных покровов и температуры стопы могли быть вызваны кризисом микроциркуляции в силу возвышенного положения конечности на фоне централизации кровообращения (некупированного травматического шока), а не острой ишемией конечности, вызванной локальными причинами. В пользу такого механизма выступает отсутствие пульсации на периферии обеих нижних конечностей. Вместе с тем, отсутствие подобной клиники ОИ у ряда больных с политравмой, пребывающих на вазопрессорах и скелетном вытяжении, а также данные УЗИ сосудов обеих голеней, где кровоток по передней и задней большеберцовым артериям справа сохранен, а слева отсутствует, свидетельствуют об описанном нами механизме развития ОИ. Возвышенное положение конечности и периферический вазоспазм были дополнительными факторами, усугубляющими ОИ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

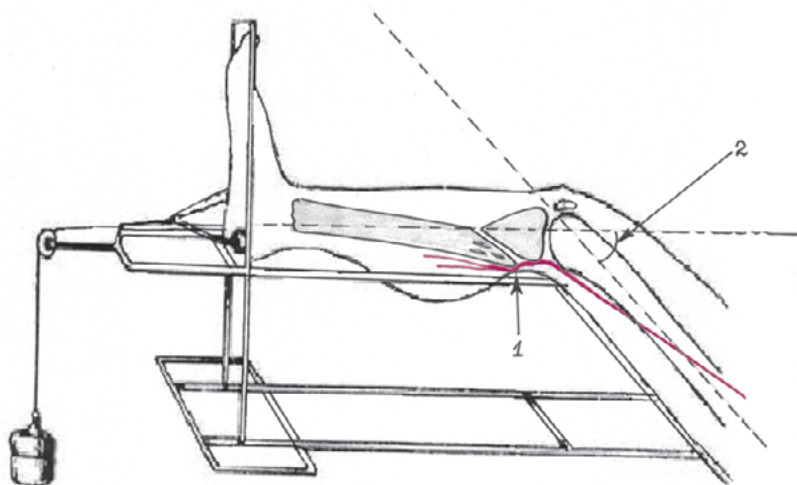
Оптимальным вариантом ведения больных с подобным сочетанием перелома большеберцовой кости является наложение АНФ параллельно завершающей стадии лапаротомии, чтобы с окончанием лапа-

Рисунок 6

Схема положения нижней конечности на шине Беллера. В верхней трети большеберцовой кости указаны три участка, где крепятся *m. Sartorius*, *m. Gracilis*, *m. Semitendinosus*: 1 — место сдавления подколенной артерии концом периферического отломка; 2 — угол 45°, под которым одноименные мышцы тянут дистальный отломок не горизонтально вдоль оси голени, а вниз

Figure 6

Scheme of position of lower limb in damping device. Three sources of adherence of *m. Sartorius*, *m. Gracilis* and *m. Semitendinosus* are indicated in upper one-third of tibial bone: 1 — site of popliteal artery compressed by end of a peripheral fragment; 2 — the angle of 45°, under which the similar muscles draw the distal fragment downwards, not along the leg axis horizontally



ротомии было завершено и наложение АНФ. Еще одной тактической ошибкой в ведении данной больной, которую удалось избежать, могло быть продолженное динамическое наблюдение или запоздалый перевод конечности на иммобилизацию АНФ. Последнее могло привести к необратимым ишемическим по-

вреждениям с потерей конечности или к более тяжелым, угрожающим жизни осложнениям.

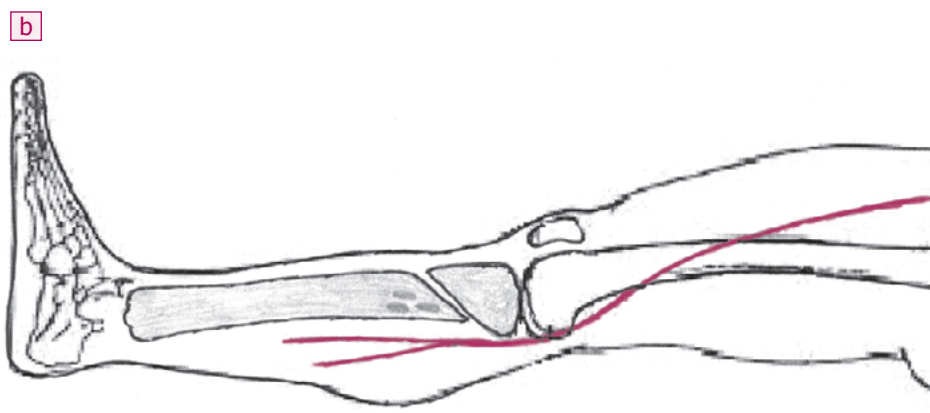
Данный случай демонстрирует необходимость своевременного наложения АНФ в качестве временной иммобилизации у пострадавших с политравмой, а также необходимость и возможности травма-

Рисунок 7

На рентгенограмме голени после наложения АНФ видно устранение углового смещения периферического отломка (а). На схеме подколенная артерия освобождена от давления периферического отломка (б)

Figure 7

X-ray image of left leg after application of external fixing device shows correction of angle displacement of peripheral fragment (a). The figure shows that popliteal artery is free from compression by peripheral fragment (b)



толога применять хирургические средства ортопедического профиля для лечения сосудистых осложнений перелома.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES:

1. Keel M, Trentz O. Pathophysiology of polytrauma. *Injury.int. J. Care injured*. 2005; (36): 691-709. DOI: 10.1016/j.injury.2004.12.137.
2. Samed-Zade RR. Treatment tactics for patients with multiple unilateral shaft fractures of the hip and the leg associated with abdominal and retroperitoneal injuries. *Polytrauma*. 2016; (1): 38-45. Russian (Самед-Заде Р.Р. Тактика лечения больных с множественными односторонними диафизарными переломами костей бедра и голени, сочетанными с травмой живота и забрюшинного пространства // Политравма. 2016. № 1. С. 38-45.)
3. Burkhart SS, Peterson HA. Fractures of the proximal tibial epiphysis. *J Bone Joint Surg Am*. 1979 Oct; 61(7): 996-1002.
4. Rivero H, Bolden R, Young LW. Proximal tibial physis fracture and popliteal artery injury. *Radiology*. 1984; 150(2): 390. DOI:10.1148/radiology.150.2.6691091
5. Gale DW, Grover ML. Proximal tibial epiphyseal fracture with popliteal artery occlusion: the value of fasciotomy. *Injury*. 1992; 23(5): 344-345.
6. Noerdlinger MA (1), Lifrak JT, Cole PA. Proximal tibial physis fractures and the use of noninvasive studies in detecting vascular injury: a case report and literature review. *Am J Orthop*. 2000; 29(11): 891-895.
7. Fadili M, Wichou M, Nechad M, Harfaoui A, Zryouli B. Epiphyseal detachment of the upper end of the tibia. *Tunis Med*. 2001; 79(12): 695-698.
8. Guled U, Gopinathan NR, Goni VG, Rhh A, John R, Behera P. Proximal tibial and fibular physeal fracture causing popliteal artery injury and peroneal nerve injury: a case report and review of literature. *Chin J Traumatol*. 2015; 18(4): 238-240. DOI: 10.1016/j.cjtee.2015.09.001
9. Ceylan H, Yildirim C, Korkmaz M, Atlihan D, Çetinus EM. Adolescent proximal tibia physeal injury. *JAREM* 2016; 6: 196-199. DOI: 10.5152/jarem.2015.889
10. Stavrakakis IM, Katsoulis PE, Katsafarou MS. Proximal tibial epiphysis fracture in a 13-year-old male athlete. *Case Rep Orthop*. 2017; 2017: 4823589. DOI: 10.1155/2017/4823589.
11. Housden PL, Ferris B, Schizas C, David H. Vascular injury following closed proximal tibial fracture: beware the extension injury. *Injury*. 1995; 26(10): 698-701.
12. Franz RW, Shah KJ, Halaharvi D, Franz ET, Hartman JF, Wright ML. A 5-year review of management of lower extremity arterial injuries at an urban level I trauma center. *J Vasc Surg*. 2011; 53(6): 1604-1610. DOI: 10.1016/j.jvs.2011.01.052.
13. Fairhurst PG, Wyss TR, Weiss S, Becker D, Schmidli J, Makaloski V. Popliteal vessel trauma: surgical approaches and the vessel-first strategy. *Knee*. 2018; 25(5): 849-855. DOI: 10.1016/j.knee.2018.06.012.
14. Harrell DJ, Spain DA, Bergamini TM, Miller FB, Richardson JD. Bunt popliteal artery trauma: a challenging injury. *Am Surg*. 1997; 63(3): 228-231.
15. Watson-Jones R. Fractures and joint injuries. 4th ed. Baltimore, Williams and Wilkins, 1955.
16. Segal D, Brenner M, Gorczyca J. Tibial fractures with infrapopliteal arterial injuries. *J Orthop Trauma*. 1987; 1(2): 160-169.
17. Sultanov DD, Usmanov NU, Baratov AK, Gaibov AD, Kurbanov UA, Kurbanov NR. Traumatic injuries of the popliteal and tibial arteries: limb ischemia and problems of surgical management. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2004; (3): 104-113. Russian (Султанов Д.Д., Усманов Н.У., Баратов А.К., Гаибов А.Д., Курбанов У.А., Курбанов Н.Р. Травматические повреждения подколенной и берцовых артерий: особенности ишемии конечности и вопросы хирургической тактики // Ангиология и сосудистая хирургия. 2004. № 3. С. 104-113.)
18. Pourzand A, Fakhri BA, Azhough R, Hassanzadeh MA, Hashemzadeh S, Bayat AM. Management of high-risk popliteal vascular blunt trauma: clinical experience with 62 cases. *Vasc Health Risk Manag*. 2010; 6: 613-618. DOI: 10.2147/vhrm.s11733
19. Fedorov VG. Fractures of leg bones in combination with arterial injuries. Traumatology and orthopedics of Russia: traditions and innovations. Collection of materials of All-Russian scientific and practical conference dedicated to 70th anniversary of Saratov Research Institute of Traumatology and Orthopedics, 19-20 November, 2015. Saratov. Saratov, 2015. P. 278-280. Russian (Федоров В. Г. Переломы костей голени в сочетании с повреждением артерий // Травматология и ортопедия России: традиции и инновации: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию СарНИИТО, 19-20 ноября 2015г., г. Саратов. Саратов, 2015. С. 278-280.)
20. Howard PW, Makin GS. Lower limb fractures with associated vascular injury. *J Bone Joint Surg Br*. 1990; 72(1): 116-120.
21. Gupta SP, Agarwal A. Concomitant double epiphyseal injuries of the tibia with vascular compromise: a case report. *J Orthop Sci*. 2004; 9(5): 526-528. DOI: 10.1007/s00776-004-0803-6.
22. Fukuda A, Hirata H, Niimi R, Morita A, Uchida A. Proximal tibial and fibular fractures complicated with popliteal artery occlusion due to an entrapped anterior tibial artery. *Injury Extra*. 2006; 37: 41-44. DOI: 10.1016/j.injury.2005.07.008.
23. Evans WE, Bernhard VM. Tibial artery bypass for ischemia resulting from fractures. *J Trauma*. 1971; 11(12): 999-1007. DOI: 10.1097/00005373-197112000-00003.
24. Daugherty M, Sachatello CR, Ernst CB. Improved treatment of popliteal arterial injuries using anticoagulation and extra-anatomic reconstruction. *Arch Surg*. 1978; 113(11): 1317-1321. DOI: 10.1001/archsurg.1978.01370230107013.
25. McNutt R, Seabrook GR, Schmitt DD, Aprahamian C, Bandyk DF, Towne JB. Blunt tibial artery trauma: predicting the irretrievable extremity. *J Trauma*. 1989; 29(12): 1624-1627.
26. Green NE, Swiontkowski MF. Skeletal trauma in children. 3rd ed. Philadelphia: Saunders, 2003. P. 124-127.
27. Davie BP. Some problems in the treatment of fractures of the shaft of the tibia and fibula. *Med J Aust*. 1973; 1(20): 997-1001.
28. Marry JP, Avril P, Ould Said H, Asencio JG, Cabanettes L. Epiphyseal detachment of the proximal end of the tibia in a child with a vascular lesion. Apropos of a case. *J Chir (Paris)*. 1983; 120(6-7): 379-383.
29. Gable DR, Allen JW, Richardson JD. Bunt popliteal artery injury: is physical examination alone enough for evaluation? *J Trauma*. 1997; 43(3): 541-544.
30. Frykberg ER. Popliteal vascular injuries. *Surg Clin North Am*. 2002; 82(1): 67-89. DOI: 10.1016/S0039-6109(03)00141-5.
31. Alshammari D, Alhefzi A, Bund L, Schneider L, Gicquel P. Popliteal artery dissection presented 12 hours after admission for a Salter III fracture of proximal tibia. *Acta Orthop Belg*. 2016; 82(4): 918-922.
32. Causey MW, Oguntoye MO, Miller S, Andersen C, Singh N. Limb salvage after delayed diagnosis for blunt traumatic infrapopliteal

- occlusion. *J Vasc Surg.* 2010; 52(3): 734-737. DOI: 10.1016/j.jvs.2010.03.065.
33. Kezlya O.P. An acute compartment syndrome complication of the fractures of the shin bones. *Surgery news.* 2010; 18(4): 146-156. Russian (Кезля О. П. Острый компартмент-синдром как осложнение переломов костей голени //Новости хирургии. 2010. Т. 18, № 4. С. 146-156.)
 34. Seybold EA, Busconi BD. Traumatic popliteal artery thrombosis and compartment syndrome of the leg following blunt trauma to the knee: a discussion of treatment and complications. *J Orthop Trauma.* 1996; 10(2): 138-141.
 35. Clement ND, Goswami A. Salter-Harris II injury of the proximal tibial epiphysis with both vascular compromise and compartment syndrome: a case report. *J Orthop Surg Res.* 2009; 4(1): 23. DOI: 10.1186/1749-799X-4-23.
 36. Hall RFJr, Gonzales M. Fracture of the proximal part of the tibia and fibula associated with an entrapped popliteal artery. A case report. *J Bone Joint Surg Am.* 1986; 68(6): 941-944.
 37. McGuigan JA, O'Reilly MJ, Nixon JR. Popliteal arterial thrombosis resulting from disruption of the upper tibial epiphysis. *Injury.* 1984; 16(1): 49-50.
 38. Downs AR, MacDonald P. Popliteal artery injuries: civilian experience with sixty-three patients during a twenty-four-year period (1960 through 1984). *J Vasc Surg.* 1986; 4(1): 55-62.
 39. Brinker MR, Caines MA, Kerstein MD, Elliott MN. Tibial shaft fractures with an associated infrapopliteal arterial injury: a survey of vascular surgeons' opinions on the need for vascular repair. *J Orthop Trauma.* 2000; 14(3): 194-198.
 40. Popescu GI, Lupescu O, Nagea M, Patru C. Diagnosis and treatment of limb fractures associated with acute peripheral ischemia. *Chirurgia (Bucur).* 2013; 108(5): 700-705.
 41. Wagner WH, Calkins ER, Weaver FA, Goodwin JA, Myles RA, Yellin AE. Bunt popliteal artery trauma: one hundred consecutive injuries. *J Vasc Surg.* 1988; 7(5): 736-743. DOI: 10.1067/mva.1988.avs0070736.
 42. Evangelista PJ, Evangelista LM, Evangelista GT, Ruth JT, Mills JL Sr. Delayed complete limb ischemia following a closed tibial shaft fracture. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2013; 42(12): 569-572.
 43. Owen R, Tsimboukis B. Ischaemia complicating closed tibial and fibular shaft fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 1967; 49(2): 268-275.
 44. Shinomiya R, Sunagawa T, Nakashima Y, Nakabayashi A, Makitsubo M, Adachi N. Slow progressive popliteal artery insufficiency after neglected proximal tibial physeal fracture: a case report. *J Pediatr Orthop B.* 2018; 27(1): 35-39. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000379.
 45. Kim JW, Sung CM, Cho SH, Hwang SC. Vascular injury associated with blunt trauma without dislocation of the knee. *Yonsei Med J.* 2010; 51(5): 790-792. DOI: 10.3349/ymj.2010.51.5.790.
 46. Bonneville P, Pidhorz L. Dislocation and fractures around the knee with popliteal artery injury: a retrospective analysis of 54 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2006; 92(5): 508-516.
 47. Wozasek GE, Moser KD, Haller H, Capousek M. Trauma involving the proximal tibial epiphysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1991; 110(6): 301-306. DOI: 10.1007/BF00443463.
 48. Operative Pediatric Surgery. Chapter 82: Extremity Injuries. Second Edition. McGraw-Hill Education, 2014. 1397 p.
 49. Shelton WR, Canale ST. Fractures of the tibia through the proximal tibial epiphyseal cartilage. *J Bone Joint Surg Am.* 1979; 61(2): 167-173.
 50. Ju DQ, Wu B, He YL. Popliteal artery compression caused by epiphyseal separation of upper tibial: a case report. *Zhongguo Gu Shang.* 2009; 22(11): 855.
 51. Katsenis DL, Dendrinis GK, Kontos SJ. High energy tibial plateau fractures treated with hybrid fixation: is knee bridging necessary? *Orthopedics.* 2006; 29(4): 355-361.

Сведения об авторах:

Махамбетчин М.М., к.м.н., ассоциированный профессор, старший научный сотрудник, НИИ травматологии и ортопедии Республики Казахстан, г. Нур-Султан, Республика Казахстан.

Степанов А.А., врач травматолог высшей категории, заведующий отделением травматологии № 2, НИИ травматологии и ортопедии Республики Казахстан, г. Нур-Султан, Республика Казахстан.

Адрес для переписки:

Махамбетчин М.М., Абылай Хана проспект, 15а, г. Нур-Султан, Республика Казахстан, 010000
Тел: +7 (701) 571-17-57
E-mail: murat.makhambetchin@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 03.02.2020

Рецензирование пройдено: 02.03.2020

Подписано в печать: 06.03.2020

Information about authors:

Makhambetchin M.M., candidate of medical science, associate professor, senior researcher, Scientific and Research Institute of Traumatology and Orthopedics of the Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan, the Republic of Kazakhstan.

Stepanov A.A., traumatologist of the highest category, chief of traumatology unit No.2, Scientific and Research Institute of Traumatology and Orthopedics of the Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan, the Republic of Kazakhstan.

Address for correspondence:

Makhambetchin M.M., Abylay Khana prospect, 15a, Nur-Sultan, the Republic of Kazakhstan, 010000
Tel: +7 (701) 571-17-57
E-mail: murat.makhambetchin@mail.ru

Received: 03.02.2020

Review completed: 02.03.2020

Passed for printing: 06.03.2020