

РЕГИОНАРНАЯ ГЕМОДИНАМИКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ДИАФИЗАРНЫХ ПЕРЕЛОМОВ КОСТЕЙ ГОЛЕНИ

В.В. Писарев^{1,2}, С.Е. Львов¹, И.В. Васин², Э.В. Тихомолова²

¹ГБОУ ВПО «Ивановская государственная медицинская академия Минздравсоцразвития России»,

ректор – д.м.н. профессор Е.В. Борзов

²ОБГУЗ «Ивановский областной госпиталь для ветеранов войн»,

начальник госпиталя – Д.Н. Герасимов

г. Иваново

Обследовано 82 человека с переломами костей голени. 40 пациентам выполнялся остеосинтез пластинами, 42 – остеосинтез стержнями с блокированием. Для изучения кровообращения голени применялись дуплексное сканирование сосудов и реовазографическое обследование. Исследования проводились на 5-е и 10-е сутки, через 1, 2, 3 и 4 месяца после операции. Установлено, что оперативное лечение переломов костей голени вне зависимости от метода фиксации отломков в раннем послеоперационном периоде (первые 10 дней) приводит к снижению уровня артериального кровотока вследствие гипотонии сосудов. Отсутствие послеоперационной иммобилизации и ранняя нагрузка приводят к более быстрому восстановлению исходных показателей гемодинамики. Изменения кровотока наименее выражены и более быстро восстанавливаются при закрытой репозиции остеосинтезе стержнями. Реакция сосудистой системы надкостницы в процессе регенерации тканей голени не зависит от способа оперативного лечения.

Ключевые слова: переломы костей голени, хирургическое лечение, регионарная гемодинамика.

REGIONAL HEMODYNAMICS IN DIFFERENT TYPES OF SURGICAL TREATMENT OF DIAPHYSEAL FRACTURES OF THE SHIN BONE

V.V. Pisarev, S.E. L'vov, I.V. Vasin, E.V. Tikhomolova

82 patients were examined with the tibia fractures. Osteosynthesis with the help of plates was executed by 40 patients, osteosynthesis with the help of hinges with blocking was executed by 42 patients. The methods of duplex scanning of vessels and reovazografic inspection were used for studying of the blood circulation in tibia. Researches were conducted on the 5th and the 10th days in 1, 2, 3 and 4 months after the operation. It was established that the surgical treatment of the tibia fractures without any difference in using various methods of the broken fragments fixation in the early postoperative period (first 10 days) leads to a decrease in the level of arterial blood flow as a result of the vessels hypotonia. The absence of postoperative immobilization and early loading lead to the more rapid restoration of the initial indices of hemodynamics. Blood flow changes are least expressed and more rapidly restored during the closed reposition osteosynthesis with the help of hinges. The reaction of the vascular system of periosteum in the process of the regeneration of the tibia tissues does not depend on the method of the surgical treatment.

Key words: tibia fractures, surgical treatment, blood circulation.

Введение

Проблему лечения диафизарных переломов костей голени до сих пор нельзя считать решенной, о чем свидетельствует все еще значительное количество неудовлетворительных результатов. Частота ранних и поздних послеоперационных осложнений достигает, по данным различных авторов, 25% [3, 5]. Выбор способа фиксации отломков и как следствие этого дальнейшее течение процесса реабилитации нередко обусловлены традициями или предпочтениями той или иной научной школы.

Процесс регенерации тканей при переломах находится в прямой зависимости от состояния макро- и микрогемодинамики травмированной конечности [1, 6, 8, 9]. Поэтому изучение осо-

бенностей кровообращения при различных методах лечения, учитывая его ведущую роль для остеогенеза, может являться одним из показателей к применению конкретного метода лечения.

Исследование периферической микрогемодинамики с помощью импедансного метода дает обобщающую оценку состояния кровотока и не позволяет изучить его в конкретной артерии. Оценить кровоток в визуальном сосуде с помощью цветового картирования потока и спектрального анализа формы волны стало возможным благодаря внедрению в практическое здравоохранение дуплексного сканирования. Это расширило возможности оценки регионарной гемодинамики и позволило более глубоко

заглянуть в особенности её изменения при переломах [6, 8, 10].

Цель исследования – изучить особенности регионарной гемодинамики у больных с диафизарными переломами костей голени при открытой репозиции и остеосинтезе пластинами, а так же закрытой репозиции и остеосинтезе стержнями с блокированием на различных сроках лечения.

Материал и методы

Обследовано 102 человека, из них 82 – с переломами костей голени. 40 пациентам выполнялась открытая репозиция и остеосинтез большеберцовой кости пластиной LC-DCP (ОП), 42 – закрытая репозиция и остеосинтез стержнем с блокированием без рассверливания костно-мозгового канала (ОСБ). Контрольную группу составили 20 здоровых людей. Группы сопоставимы по полу и возрасту. Пациентам после открытой репозиции и остеосинтеза пластинами для заживления мягких тканей выполнялась иммобилизация гипсовой лангетной до верхней трети голени в течение 3 недель. Нагрузка на оперированную конечность разрешалась при наличии рентгенологической картины сращения перелома через 3 месяца. В группе, где выполнялась закрытая репозиция и остеосинтез стержнями, нагрузка разрешалась с 10-го дня после операции, внешняя иммобилизация не проводилась.

Для изучения регионарного кровообращения голени применялись дуплексное сканирование сосудов с цветовым картированием потока и реовазографическое обследование. Исследования проводились на 5-е и 10-е сутки, через 1, 2, 3 и 4 месяца после операции.

Реовазографическое исследование выполнялось на 6-канальном реографе РЕО–СПЕКТР–3 фирмы «Нейрософт» по стандартной методике.

После травматологических операций специфическим фактором, влияющим на электрическое сопротивление тканей конечности, является металлический фиксатор, присутствующий в конечности и существенно снижающий данный показатель.

Для исключения влияния электрического импеданса конечности при венозной патологии, отеках конечностей J.Nyboeg в 1950 г. разработал формулу ($V_s = \rho L^2 (\Delta R : R_0^2)$). В.И. Фишкин с соавторами предложили использовать её для нивелирования влияния металлической конструкции на исследуемый показатель [11]. Исследуемым показателем был пульсовой объём крови (V_s) или объём крови, притекающий к сегменту за одну систолу, ρ – удельное сопротивление крови (150 Ом), L – расстояние между электродами (мм), ΔR – пульсовое изменение

электрического сопротивления сегмента конечности, R_0 – исходное сопротивление или базовое сопротивление, определяемое по прибору.

Дуплексное сканирование проводилось на ультразвуковом сканере Toshiba 660A (Япония) мультисекторным линейным датчиком с частотой 12 МГц. Исследовались задняя большеберцовая (ЗБА) и передняя большеберцовая артерии (ПБА), сосуды надкостницы в зоне регенерата большеберцовой кости. Изучение проводилось в традиционном В-режиме (непосредственная визуализация сосуда в режиме реального времени) с применением ЦДК и ЭК (цветового и энергетического доплеровского картирования) и доплеровского спектрального анализа кровотока сосудов. Сосуды визуализировались на всем протяжении. Количественный анализ доплерограмм проводился в дистальных отделах ЗБА и ПБА, а также локально в зоне регенерата. Для оценки использовались максимальная систолическая скорость кровотока – V_{max} (см/с), индексы пульсативности (P_i) и резистентности (R_i), они характеризуют состояние периферического сопротивления в исследуемом сосудистом бассейне [1, 3, 4, 6, 7, 10].

Результаты и обсуждение

При изучении реограмм больных с переломами костей голени в обеих исследуемых группах отмечается достоверное снижение кровотока как в оперированной, так и в поврежденной конечностях на 5-е и 10-е сутки после операции по сравнению с контрольной группой ($p < 0,01$). На 5-е сутки значения V_s минимальны ($p < 0,01$) по сравнению с последующими наблюдениями (рис. 1). Такая величина показателей пульсового объёма обусловлена операционной травмой и ограниченной физической активностью пациентов в данном промежутке времени.

К концу 1-го месяца лечения в группе, где выполнялся остеосинтез пластиной, пульсовой объём на оперированной конечности увеличился на 10%, но сохранял низкие значения по сравнению с контрольной группой и неповрежденной конечностью ($p < 0,05$), что связано с прекращением иммобилизации, но отсутствием нагрузки на конечность. К 2 месяцам лечения артериальный приток увеличился ещё на 10% и продолжал сохранять достоверно низкие значения по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$). К 3 месяцам наблюдения кровотоки достиг значений контрольной группы. Таким образом, репаративная регенерация тканей голени при открытой репозиции и остеосинтезе пластиной протекает в условиях постепенного восстановления уровня объёмного кровотока нарушенного в результате повреждения тканей

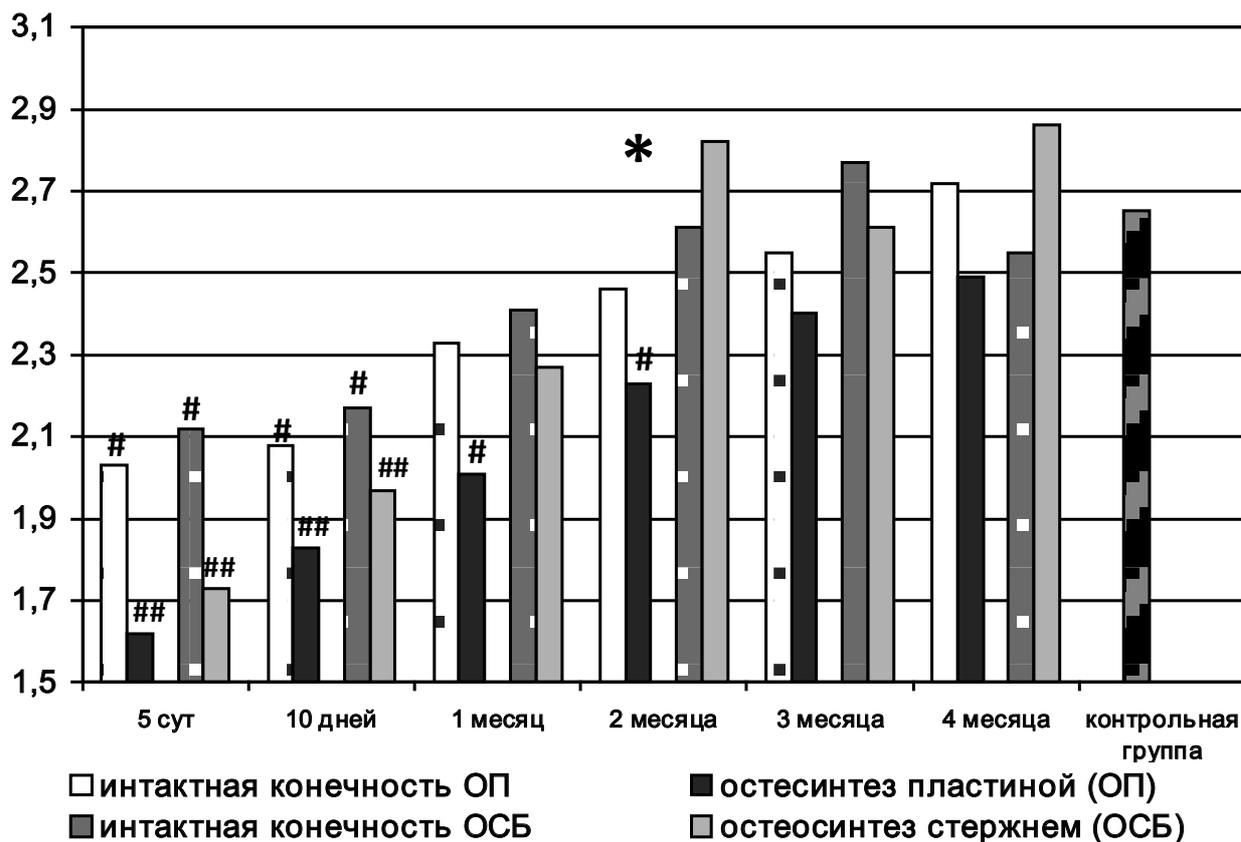


Рис. 1. Динамика регионарного кровотока в голених обеих групп по данным реовазографии (Vs мл)

Примечание: #, ## – достоверность различий с группой контроля ($p < 0,05$; $p < 0,01$); * – достоверность отличия между значениями оперированных голених в группах где выполнялся ОП и ОСБ ($p < 0,05$).

сегмента. Можно предположить, что данная динамика восстановления пульсового объёма связана с поэтапным расширением режима двигательной активности поврежденной конечности и сроками формирования костного регенерата, т.е., снижение кровотока в первые 2 месяца лечения обусловлено отсутствием нагрузки, а её начало через 3 месяца приводит к нормализации гемодинамики.

При остеосинтезе стержнем с блокированием кровотока в оперированной голени к 1 месяцу наблюдения увеличивается на 15% и приближается к значению контрольной группы ($p > 0,05$). К этому времени пациенты ходят с нагрузкой на оперированную конечность. При последующем наблюдении через 2, 3 и 4 месяца изучаемый показатель сохраняет значения, сопоставимые с контрольной группой. Таким образом, изменения кровотока в послеоперационном периоде при остеосинтезе стержнями с блокированием менее выражены, а восстановление исходных значений гемодинамики происходит гораздо раньше, нежели при остеосинтезе пластинами, что связано с меньшей травматичностью операции и ранней нагрузкой на конечность при вну-

трикостном остеосинтезе.

Анализируя данные реограмм у пациентов изучаемых групп, становится понятным, что фактором, определяющим уровень кровотока в оперированной голени, является нагрузка на поврежденную конечность. Его величина в основном обусловлена не типом сращения отломков, а сроками начала нагрузки на конечность. По данным литературы, уровень кровотока в группах, где в послеоперационном периоде иммобилизация отсутствовала, а нагрузка разрешалась раньше, уровень кровотока был выше [9, 11]. Достоверно более высокий показатель Vs на 2-м месяце наблюдения в группе, где выполнялся остеосинтез стержнем, по отношению к остеосинтезу пластиной мог быть обусловлен формированием периостальной костной мозоли с большим количеством новообразованных сосудов.

Пульсовый объём крови на здоровых конечностях в обеих группах находится в пределах нормальных значений на 1, 2, 3, и 4 месяцах наблюдения, что обусловлено полноценной функцией конечности на этих сроках лечения. Снижение его на 5-е и 10-е сутки ($p < 0,05$) связано с ограничением двигательной активности пациента в по-

слеоперационном периоде. Данные изменения подтверждают мысль о том, что состояние периферического кровообращения сегмента конечности зависит от наличия на него нагрузки.

У больных обеих изучаемых групп в артериях неповрежденных голеней доплеровский спектр кровотока был типичным, трехфазным и не отличался от контрольной группы. В отличие от этого в артериях поврежденной голени после операции наблюдались выраженные изменения. Они характеризовались отсутствием волны ретроградного кровотока в период ранней диастолы. При остеосинтезе стержнем антеградный кровоток в ранней диастоле регистрировался на 5-е сутки наблюдения в ЗББА и на 5-е и 10-е сутки в ПББА. При остеосинтезе пластинами данные изменения доплеровской кривой были более длительными и регистрировались до 4-го месяца наблюдения в ЗББА и до 1 месяца в ПББА. По данным литературы, исчезновение компонента обратного кровотока является критерием серьезного нарушения гемодинамики и встречается в артериях поврежденного сегмента [1, 3, 9, 10].

Анализ результатов, полученных при исследовании доплерограмм сосудов надкостницы зоны перелома большеберцовой кости в обеих исследуемых группах (рис. 2), показывает, что на 5-е сутки после операции их тонус увеличивается. Это проявляется высоким значением индекса R_i и V_{max} , данные показатели имеют максимальные величины на всем последующем сроке наблюдения ($p < 0,05$). На 10-е сутки в группах отмечается достоверное снижение R_i и V_{max} ($p < 0,05$) по сравнению с 5-ми сутками, значения изучаемых

показателей в это время минимальны ($p < 0,05$) по отношению к последующим этапам наблюдения. Такая динамика изменения параметров свидетельствует о снижении тонуса сосудистой стенки на данном сроке наблюдения. Таким образом, спазм сосудов надкостницы, возникший в результате операционной травмы в первые 5 суток после операции, сменяется гипотонией данных сосудов к 10-м суткам лечения. Гиперкинетический тип кровотока сменяется гипокинетическим, который преобладает на всем последующем сроке лечения. В дальнейшем показатели кровотока постепенно увеличиваются к 4-му месяцу наблюдения ($p < 0,05$). Это свидетельствует о постепенном восстановлении тонуса сосудов надкостницы в процессе сращения перелома. Характер изменения изучаемых показателей в группах, где выполнялся остеосинтез пластиной и стержнем, аналогичный на всех сроках наблюдения. Следовательно, реакция сосудов надкостницы в процессе регенерации тканей голени не зависит от способа оперативного лечения, сроков начала нагрузки на конечность и протекает одинаково при различных видах костного сращения.

Анализ особенностей гемодинамики в задней большеберцовой артерии оперированной голени, в группе где выполнялся остеосинтез пластиной, выявил, что её показатели в послеоперационном периоде снижаются по сравнению с группой контроля ($p < 0,05$) и достигают их к 4-му месяцу лечения (рис. 3). Низкие значения V_{max} , R_i и P_i свидетельствуют о снижении тонуса большеберцовой артерии у этих пациентов. Снятие гипсовой повязки и возможность движений в голеностопном суставе к концу 1-го месяца

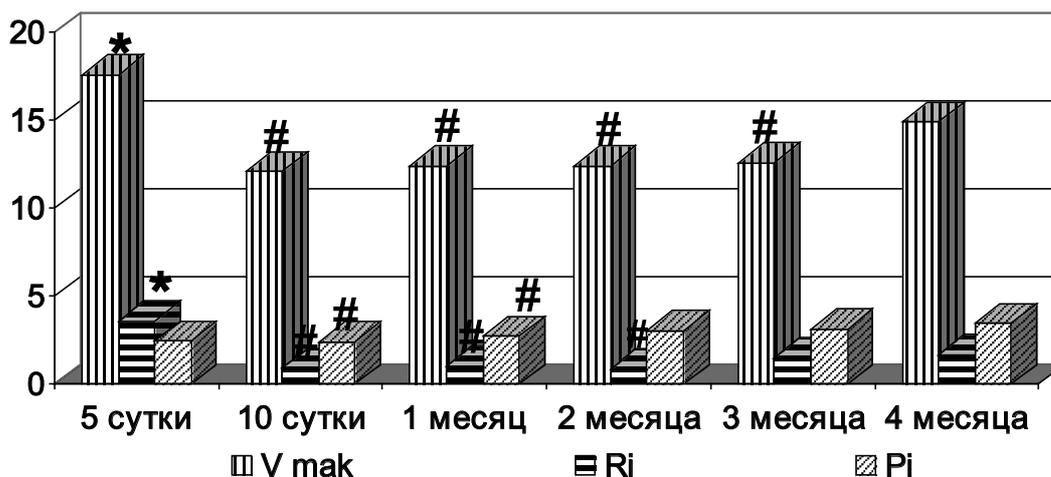


Рис. 2. Гемодинамические параметры сосудов надкостницы зоны перелома при остеосинтезе пластиной на различных сроках лечения

Примечание: * – достоверность отличия от последующих наблюдений ($p < 0,05$); # – достоверность отличия от значений 4 месяца наблюдения ($p < 0,05$).

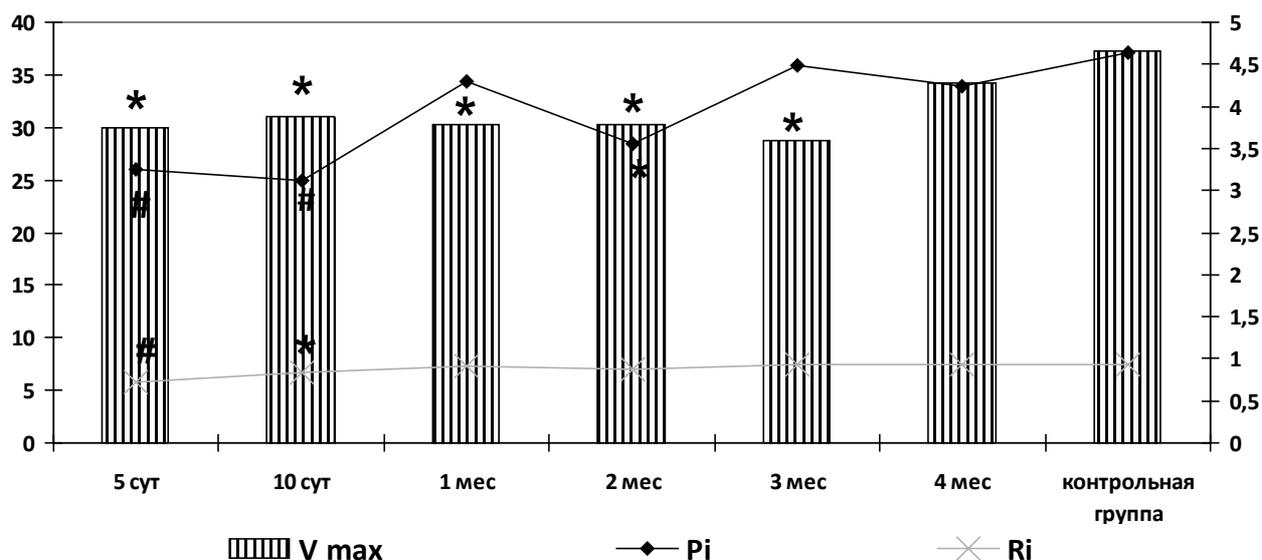


Рис. 3. Гемодинамические параметры задней большеберцовой артерии оперированной голени при остеосинтезе пластинами на различных сроках лечения

Примечание: *; # – достоверность отличия от значений группы контроля ($p < 0,05$; $0,01$).

ца приводит к достоверному увеличению исследуемых индексов ($p < 0,05$), повышению уровня кровотока по отношению к 5-м и 10-м суткам, когда иммобилизация сохранялась. Таким образом, возможность движения в голеностопном суставе значимо влияет на уровень кровотока в задней большеберцовой артерии. Аналогичные изменения кровотока, но менее выраженные, наблюдаются при начале нагрузки на конечность.

Данные дуплексного сканирования подтверждают результаты реовазографического исследования, процесс регенерации костной ткани протекает в условиях низкого уровня кровотока и сниженного тонуса периферических сосудов. Величина объёмного кровотока восстанавливается раньше, чем значения показателей гемодинамики отдельных сосудов.

Кровоток в передней и задней большеберцовых артериях оперированной голени у пациентов, которым выполнялся остеосинтез пластиной, изменялся аналогично. Это проявлялось в достоверном снижении величины изучаемых показателей ($p < 0,05$) с постепенным их увеличением к 4-му месяцу до значений группы контроля (рис. 4).

Между изучаемыми показателями дуплексного сканирования (V_{max} , Ri и Pi) передней и задней большеберцовых артерий и реовазографии (V_s) голени имеется прямая сильная корреляционная связь ($r = +0,85$; $p < 0,01$). Низкие значения V_{max} , Ri и Pi свидетельствуют о снижении объёмного кровотока в сегменте конечности. Прямая сильная корреляционная зависимость наблюдается между показателями гемодинамики в передней и задней большеберцовых артериях, что говорит

об однонаправленности её изменений при оперативном лечении переломов в разных бассейнах сосудистой системы голени.

Таким образом, процесс регенерации костной ткани при остеосинтезе пластиной происходит в условиях пониженного уровня кровотока в бассейнах передней и задней большеберцовых артерий и полностью восстанавливается через 4 месяца после операции.

Полученные результаты говорят о том, что в оперированной конечности на 5-е сутки тонус центральных артерий голени снижен, а мелких сосудов надкостницы значительно повышен, что можно рассматривать как патологическую реакцию сосудистой системы голени на операционную травму, так как это значительно уменьшает перфузию тканей. О значительном снижении объёмного кровотока в конечности на 5-е сутки свидетельствуют и данные реограмм: их значения минимальны по сравнению с данными последующих наблюдений. В эти же сроки развивается синдром гемореологической недостаточности, проявляющийся снижением вязкости крови, уменьшением количества гемоглобина, величины гематокрита, увеличением вязкости плазмы на фоне усиления агрегации эритроцитов, снижения количества дискоцитов, уменьшения индекса доставки кислорода тканям [2]. Таким образом, первые 5 дней являются критическими с точки зрения выраженности изменений гемодинамики в сосудах голени, о чём свидетельствует наибольшее количество послеоперационных осложнений в этот срок (некрозы мягких тканей, нагноения раны) [4]. В последующем показатели кровотока

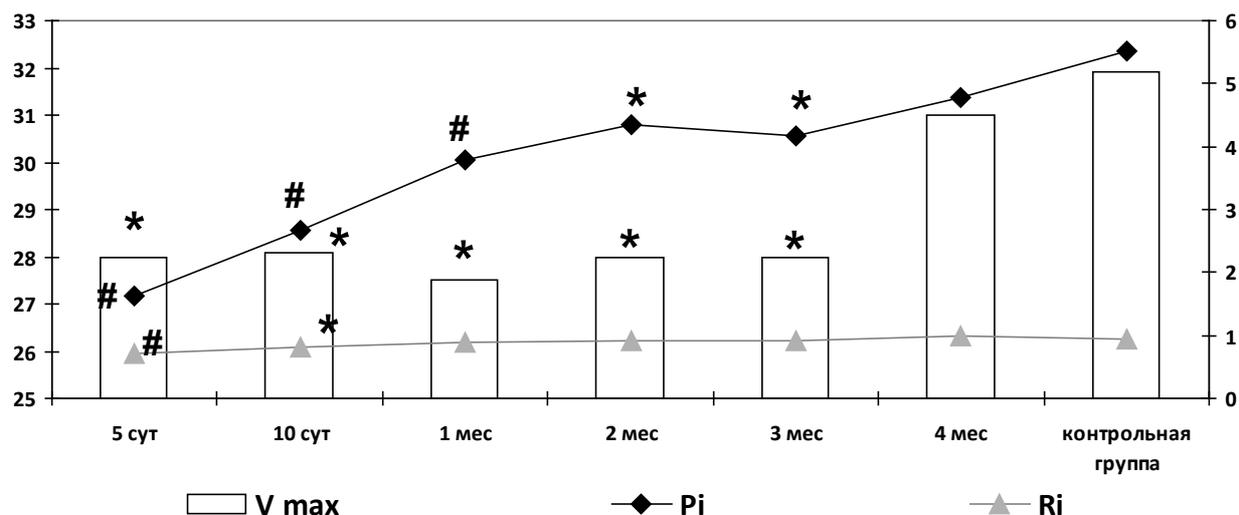


Рис. 4. Гемодинамические параметры передней большеберцовой артерии оперированной голени при остеосинтезе пластинами на различных сроках лечения

Примечание: *; # – достоверность отличия от значений группы контроля ($p < 0,05; 0,01$).

только улучшаются.

Макрогемодинамика в задней и передней большеберцовых артериях оперированной голени при остеосинтезе стержнями изменялась одинаково. Величина изучаемых показателей снижалась на 5-е и 10-е сутки с восстановлением к 1-му месяцу лечения (рис. 5). Процесс регенерации костной ткани при остеосинтезе стержнями в условиях периостального сращения протекает при нормокинетическом типе

кровотока в центральных артериях голени.

В неповрежденных голених пациентов обеих групп сохраняется прежний уровень кровотока в ПББА и ЗББА сопоставимый с группой контроля, т.е. изменения в артериальной системе здоровой конечности в процессе лечения не возникали.

Обращают на себя внимание низкие значения изучаемых параметров доплерограмм в обеих голених на большинстве сроков наблюдения у пациентов, которым выполнялся остеосинтез пласти-

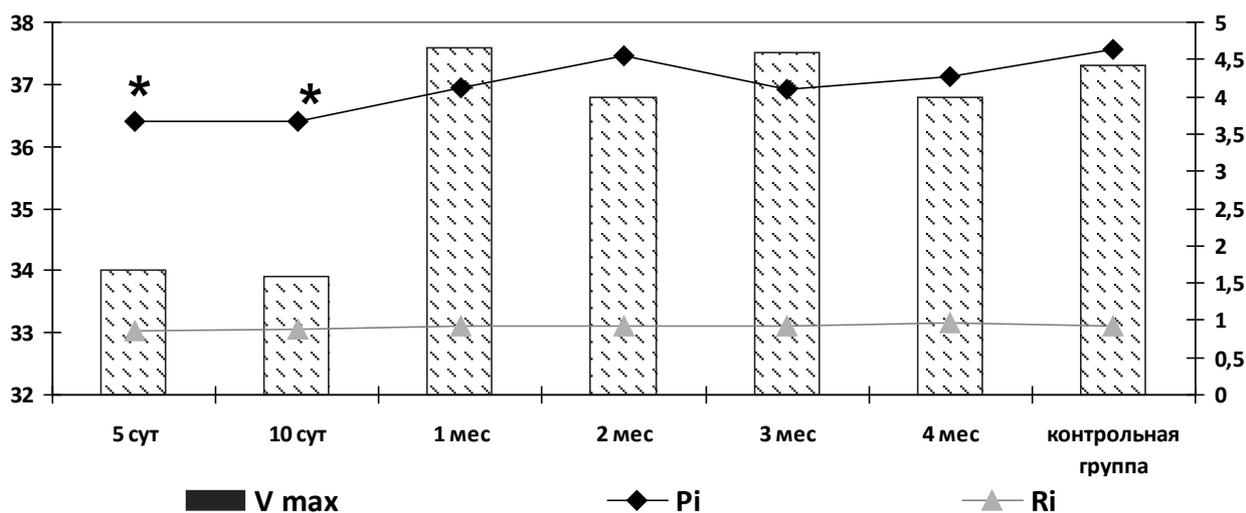


Рис. 5. Гемодинамические параметры задней большеберцовой артерии оперированной голени при остеосинтезе стержнями на различных сроках лечения

Примечание: * – достоверность отличия от значений группы контроля ($p < 0,05$).

нами по сравнению с остеосинтезом стержнями. Обобщая данные реовазографии и дуплексного сканирования, можно говорить о том, что открытая репозиция приводит к более значительному и длительному снижению кровотока в обеих голених, по сравнению с бескровной репозицией.

Выводы

1. Оперативное лечение переломов костей голени вне зависимости от метода фиксации отломков в раннем послеоперационном периоде (первые 10 дней) приводит к достоверному снижению уровня артериального кровотока вследствие гипотонии сосудов.

2. Показатели гемодинамики при регенерации тканей голени зависят от особенности реабилитационного периода, который обусловлен способом фиксации отломков, т.е. отсутствие послеоперационной иммобилизации и ранняя нагрузка на конечность приводит к более быстрому восстановлению исходных показателей кровотока.

3. Изменения объемного кровотока и гемодинамики в передней и задней большеберцовых артериях при лечении переломов костей голени наименее выражены и более быстро восстанавливаются при закрытой репозиции остеосинтеза стержнями по сравнению с открытой репозицией фиксации пластинами.

4. Реакция сосудистой системы надкостницы в области перелома большеберцовой кости в процессе регенерации тканей голени не зависит от способа оперативного лечения.

5. Между показателями дуплексного сканирования (V_{max} , R_i и P_i) передней и задней большеберцовых артерий и реовазографии (V_s) голени имеется прямая сильная корреляционная связь ($r = + 0,85$; $p < 0,01$).

Литература

1. Бондаренко, А.В. Использование доплерографии в оценке течения репаративной регенерации диафизарных переломов костей голени / А.В. Бондаренко, В.П. Куликов, Н.Н. Голещихин, С.А. Печенин // Эхокардиография. — 2002. — Т. 3, № 2. — С.

215 — 219.

2. Влияние различных методов лечения больных с диафизарными переломами костей голени на реологию крови / В.В. Писарев [и др.] // Травматология и ортопедия России — 2011. — № 4. — С. 23 — 29.
3. Долганова, Т.И. Периферическая гемодинамика у больных посттравматическим остеомиелитом голени / Т.И. Долганова, Л.Ю. Горбачева, А.М. Аранович, Н.М. Ключин // Хирургия. — 2001. — № 10. — С. 37 — 42.
4. Ермак, Е.М. Современные ультразвуковые технологии в диагностике деструктивных и репаративных процессов в костной и хрящевой тканях : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Ермак Елена Михайловна; ГУН «Центр. науч.-исслед. ин-т травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова МЗ РФ» — М., 2005. — 37 с.
5. Инфекционные осложнения послеоперационной раны при металлоостеосинтезе закрытых переломов длинных трубчатых костей / В.В. Писарев [и др.] // Травматология и ортопедия России. — 2008. — № 2. — С. 14 — 19.
6. Исследование регионарной макрогемодинамики в процессе фиксации диафизарных переломов стержневыми аппаратами внешней фиксации / О.В. Бейдик [и др.] // Гений Ортопедии. — 2004. — № 4. — С. 46 — 48.
7. Ключкина, Ю.А. Динамический сонографический контроль за репаративным процессом при переломах : автореф. дис. ... кан. мед. наук / Ключкина Юлия Аркадьевна ; ГОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет Росздрава» — Казань, 2002. — 22 с.
8. Крупаткин, А.И. Функциональные исследования периферического кровообращения и микроциркуляции тканей в травматологии и ортопедии: возможности и перспективы / А.И. Крупаткин // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. — 2000. — № 1. — С. 66 — 69.
9. Лытаев, С.А. Механизмы гемодинамики при повреждениях нижних конечностей различной этиологии / С.А. Лытаев // Физиология человека. — 2003. — Т. 29, №2. — С. 92 — 99.
10. Спиридонов А.А. Ультразвуковая диагностика патологии артерий нижних конечностей : учебно-методическое руководство / А.А. Спиридонов, Ю.И. Бузиашвили, М.В. Шумилина ; Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева РАМН, ЗАО «Спектрмед». — М., 2002. — 20 с.
11. Фишкин, В.И. Регионарная гемодинамика при переломах костей / В.И. Фишкин, С.Е. Львов, В.Е. Удальцов. — М. : Медицина, 1981. — 184 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Писарев Василий Владимирович — к.м.н. доцент кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ ГБОУ ВПО «Ивановская государственная медицинская академия Минздравсоцразвития России», заведующий приёмным отделением ОБГУЗ «Ивановский областной госпиталь для ветеранов войн»

E-mail: drpisarev@mail.ru;

Львов Сергей Евтихиевич — д.м.н. профессор, зав. кафедрой травматологии, ортопедии и ВПХ ГБОУ ВПО «Ивановская государственная медицинская академия Минздравсоцразвития России»

E-mail: drlvov@mail.ru;

Васин Иван Владимирович — заместитель начальника по организационно-методической работе ОБГУЗ «Ивановский областной госпиталь для ветеранов войн»;

Тихомолова Элеонора Владимировна — врач ультразвуковой диагностики отделения функциональной диагностики ОБГУЗ «Ивановский областной госпиталь для ветеранов войн».