

НАРУШЕНИЯ РЕГИОНАРНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ И ИХ КОРРЕКЦИЯ У БОЛЬНЫХ С СИНДРОМОМ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ

ЗЕНЬКОВ А.А.

*Витебский государственный медицинский университет,
кафедра госпитальной хирургии*

Резюме. Работа основана на изучении структурных и функциональных особенностей регионарного кровотока нижних конечностей у 231 больного с синдромом диабетической стопы, находившегося на лечении в Республиканском научно-практическом центре «Инфекция в хирургии». Установлено, что наибольшая частота окклюзионно-стенотических процессов у больных с СДС приходится на берцовый сегмент, поражение которого оказывает определяющее влияние на перфузию и степень ишемии тканей дистальных сегментов конечности, связанное с неполноценностью коллатерального кровообращения при данном уровне облитерации. Кислородный режим тканей дистальных сегментов конечности характеризуется уменьшением $TcpO_2$, а также нарушением утилизации и транспорта кислорода ишемизированными тканями по мере нарастания степени выраженности облитерации сосудов, однако окислительные процессы в тканях стопы при этом сохраняют свою активность. На основании выявленных особенностей регионарной гемодинамики предложена программа улучшения кровообращения нижних конечностей с использованием стандартных и альтернативных методов реваскуляризации (реваскуляризирующая остеотрепанация, артериализация, внутриартериальная инфузия лекарственных средств).

Ключевые слова: синдром диабетической стопы (СДС), регионарное кровообращение, ишемия стопы, реваскуляризация.

Abstract. We studied the peculiarities of regional blood flow in 231 patients with «diabetic foot», who were treated in the Republican scientific-practical center «Infection in Surgery». Patients with «diabetic foot» were found to have the highest rate of distal arterial occlusions. Distal arterial occlusions are accompanied with undeveloped collateral vessels which play an important role in blood perfusion and ischemia of the distal part of lower limbs. Oxygen regime of the distal part of lower limbs is characterized by the decreasing of $TcpO_2$ and disturbance of utilization and O_2 transport by damaged tissues depending on prevalence of occlusion process in arteries. Oxidation processes in lower limbs preserve their activity in patients with critical ischemia. On the basis of the revealed peculiarities of regional haemodynamics we worked out and put into practice the program of improvement of regional blood flow, including standard and alternative methods of revascularization (revascularizing osteotrepation, arterialization, regional intraarterial infusions of medicines).

Течение и прогноз сахарного диабета во многом зависят от наличия и тяжести диабетических ангиопатий. Поражение сосудов нижних конечностей и развивающаяся при этом ишемия тканей являются основным фактором риска высоких ампутаций, инвалидности и летальности. По данным А.С. Ефимова (1989), за 90 лет смертность от диабетической комы уменьшилась с 47,7% до 1,2%, а смертность от сосу-

дистых поражений возросла с 21,7% до 77%. В последнее время облитерирующий процесс сосудов нижних конечностей как непосредственная причина смерти больных сахарным диабетом отмечается почти в 30% случаев [5, 7]. По данным комитета экспертов ВОЗ (Женева, 1981 год) сосудистые поражения нижних конечностей у больных сахарным диабетом встречаются значительно чаще, чем у пациентов, не страдающих сахарным диабетом, а гангрена нижних конечностей развивается в 20-30 раз чаще, чем среди населения в целом [3, 4]. Проблема

поражения сосудов нижних конечностей как одного из самых серьезных осложнений сахарного диабета по-прежнему рассматривается высокоприоритетной во всем мире [6, 9-12].

В связи с этим целью наших исследований явилось изучение особенностей регионарного кровообращения нижних конечностей при СДС и оптимизация комплексного лечения больных с данной патологией с применением стандартных и альтернативных методов реваскуляризации.

Методы

Ультразвуковая доплерография (УЗДГ) сосудов нижних конечностей. При комплексной УЗДГ производили локацию периферических сосудов и аускультативный анализ кровотока, качественную, количественную и полуколичественную оценку доплерограмм. Качественный (морфологический) анализ включал регистрацию и интерпретацию аналоговых кривых с оценкой типа кровотока в аорто-подвздошном сегменте, бедренно-подколенном сегменте, на всем протяжении берцовых артерий и на артериях стопы. При количественной оценке анализировали амплитудные и временные характеристики аналоговых доплеро-2графических кривых, чаще всего использовалась систолическая скорость кровотока (V_s). Полуколичественная оценка производилась по методу Агаджановой Л.П. (1988) и представляла собой расчет относительных индексов (отношений), характеризующих форму волны (пульсаторный индекс - $PI_{ГК}$, систоло-диастолический индекс -SD-index). Измеряли регионарное систолическое давление (РСД) и постокклюзионное венозное давление (ПОВД), после чего рассчитывали лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ).

Рентгеноконтрастная ангиография. В зависимости от предполагаемого уровня поражения сосудистого русла выполняли аортографию или артериографию на стороне поражения путем чрескожной пункции общей бедренной артерии или через катетер, установленный в нижней надчревной артерии. По данным ангиографии оценивали степень поражения сосудистого русла, состояние коллатерального кровообращения, проходимость сосудов ниже места окклюзии.

С помощью **чрескожной полярографии (неинвазивная оксиметрия)** исследовали процессы утилизации и транспорта кислорода. Применяли ишемическую пробу, на основании которой рассчитывали показатели утилизации и транспорта кислорода: стационарное напряжение кислорода pO_2 ст, скорость утилизации кислорода тканями или скорость падения ($V_{пад}$), скорость восстановления напряжения кислорода или скорость прироста ($V_{прир}$), постшемический прирост (ПИП).

Пульсовое кровенаполнение ткани исследовалось с помощью **фотоплетизмографии пальцевого кровотока стопы**. Для количественной оценки показателей учитывалась амплитуда колебаний полученных фотоплетизмографических кривых.

Статистическую обработку данных производили при помощи программы Statistica 5.5. Использованы следующие статистические методы: а) параметрической статистики: t – критерий Стьюдента (парный и непарный); б) непараметрической статистики: критерий χ^2 , парный критерий Вилкоксона, критерий Манна-Уитни. В модуле программы Statistica 5.5 «Basic Statistics» были рассчитаны: среднее значение, медиана, стандартное отклонение, интерквартильный размах (25% и 75% перцентили).

Результаты и обсуждение

Особенности регионарного кровообращения нижних конечностей при синдроме диабетической стопы. Нами исследованы структурные и функциональные особенности регионарного кровотока у 231 больного с гнойно-некротическим поражением тканей нижних конечностей на фоне сахарного диабета. На первом этапе исследования определены наиболее часто встречающиеся варианты ангиоархитектоники нижних конечностей.

Из таблицы 1 видно, что магистральные артерии нижних конечностей без признаков стенозирования встретились в 31,9% случаев (73 пациента). Сегментарное поражение бедренной артерии встретилось в 4,8% случаев (11 больных). Наиболее часто - в 41,0% случаев (94 пациента) - встретилось изолированное поражение берцовых артерий, а в сочетании с нарушением кровотока в других сегментах артери-

Таблица 1

Варианты ангиоархитектоники артериального русла нижних конечностей у больных с синдромом диабетической стопы*

№	Вариант поражения магистральных артерий нижних конечностей	Абс. число больных	% больных
1.	Магистральные артерии нижних конечностей без признаков стенозирования	73	31,9
2.	Сегментарное поражение	31	13,5
2.1.	Сегментарный стеноз 1-2 берцовых артерий	20	8,7
2.2.	Сегментарный стеноз или окклюзия поверхностной бедренной артерии	11	4,8
3.	Дистальное поражение	74	32,3
3.1.	Протяженные гемодинамически значимые стенозы всех берцовых артерий	40	17,5
3.2.	Окклюзия 1-2 берцовых артерий со стенозированием оставшихся артерий голени	11	4,8
3.3.	Окклюзия всех артерий голени	23	10,1
4.	Полисегментарное поражение	53	23,1
4.1.	Поражение бедренной артерии и берцовых артерий	18	7,9
4.2.	Поражение подколенной артерии и берцовых артерий	8	3,5
4.3.	Поражение подвздошной, бедренной, подколенной артерии и берцовых артерий	27	11,8

Примечание: * - использовалась классификация характера поражений артерий нижних конечностей по Белову Ю.В. (1999).

ального русла частота поражения артерий голени достигала 64,6% (148 пациентов).

Далее изучались возможности компенсации кровотока в тканях при различной ангиоархитектонике нижних конечностей у больных с СДС. По данным ангиографии, при изолированном поражении бедренно-подколенного сегмента коллатеральный кровоток направлялся через систему глубокой артерии бедра. При дистальном изолированном поражении в коллатеральном кровообращении принимали участие артерии коленного сустава, мышечные ветви и сосуды стопы, а при полисегментарном поражении коллатеральный кровоток направлялся через глубокую артерию бедра и ее ветви, ветви бедренной артерии, артерии коленного сустава, мышечные, подкожные сосуды. При этом, как правило, анатомически выявлялась неразвитая сеть коллатералей на голени и стопе.

Слабое развитие коллатеральных сосудов дистальных отделов конечности у больных с СДС подтверждено также и доплерографическими исследованиями (табл. 2). Полученные значения систолической скорости кровотока (V_s), систоло-диастолического индекса (SD-index) и пульсаторного индекса (PI) указывают на то, что уже при протяженных окклюзиях

берцовых артерий без поражения бедренно-подколенного сегмента коллатеральный кровоток был декомпенсирован. При этом не выявлено достоверных различий доплерометрических показателей в группе больных с изолированным протяженным поражением артерий голени и полисегментарным поражением артерий нижних конечностей. Средние значения лодыжечно-плечевого индекса давления (ЛПИ) во всех группах больных с СДС были более 1,1, несмотря на наличие окклюзионно-стенотического процесса. Ложно завышенные показатели регионарного систолического давления указывали на наличие кальциноза Мекенберга, что встретилось у 52,78 % больных. Учитывая отсутствие корреляции между данным показателем и степенью поражения сосудистого русла, его не учитывали при характеристике ишемии и степени компенсации кровотока в тканях нижних конечностей. Во всех группах больных с СДС выявлено повышение значений постокклюзионного венозного давления (ПОВД) по мере прогрессирования облитерирующего процесса в артериях. Данный факт указывает на наличие поражения микроциркуляторного русла с активацией артерио-веноулярного шунтирования крови в дистальных отделах нижних ко-

нечностей. Полученные данные послужили предпосылкой для уточнения функционального состояния микрогемодикуляции при различных уровнях поражения сосудистого русла нижних конечностей.

Изучение пульсового кровенаполнения тканей нижних конечностей (табл. 3) выявило, что амплитуда пульсовой фотоплетизмографической кривой (Ампл ФПГ) при протяженных окклюзиях артерий голени и стопы, как правило, была резко снижена ($8,3 \pm 2,7$) вне зависимости от наличия поражения артерий бедренно-подколенного сегмента, значительно отличалась от значений при сегментарном поражении бедренной артерии ($16,5 \pm 2,5$) и была сопоставима с показателями амплитуды при полисегментарном поражении сосудов нижних конечностей ($6,8 \pm 1,9$). Эти данные подтверждают тот факт, что коллатеральное кровообращение в области голени у больных с СДС, как правило, несостоятельно.

При изучении кислородного режима тканей у больных с СДС выявлено, что по мере нарастания степени выраженности облитерирующего процесса происходит уменьшение парциального напряжения кислорода ($TcpO_2$ ст) и скорости падения напряжения ($V_{пад} TcpO_2$), связанное со снижением утилизации кислорода ишемизированными тканями. Однако окислительные процессы в тканях стопы, как правило, сохраняют свою активность, на что указывает сохранение реакции на ишемическую пробу. Также отмечено замедление прироста напряжения кислорода ($V_{прир} TcpO_2$), что объясняется уменьшением артериального притока при нарастании облитерирующего процесса и ослаблением транспорта кислорода в тканях. Декомпенсированная оксигенация тканей стопы наблюдалась уже при изолированном дистальном поражении берцовых артерий ($TcpO_2$ ст. = $23,0 \pm 5,1$; $V_{пад.} = 0,22 \pm 0,07$; $V_{прир.} = 0,041 \pm 0,019$) и была сопоставима с таковой у больных с полисегментарным поражением ($21,5 \pm 4,8$; $0,18 \pm 0,06$; $0,043 \pm 0,024$ соответственно), что может говорить о значительном влиянии нарушений кровообращения в области голени на степень ишемии стопы.

Значения пульсового кровенаполнения и кислородного режима тканей у больных с СДС без окклюзионно-стенотического процесса ар-

териального русла нижних конечностей были несколько ниже, по сравнению со значениями в контрольной группе, что можно объяснить наличием диабетической микроангиопатии.

Наличие при распространенном гнойно-некротическом процессе воспалительного отека дистальных отделов конечности, высоких концентраций вазоактивных веществ, гиперкоагуляции и микротромбозов [2, 8] дает основание предположить, что регионарная гемодикуляция будет зависеть не только от выраженности атеросклеротического процесса артериального русла, но и от глубины воспалительных изменений тканей дистальных отделов конечности. Выявлено, что при распространенном гнойно-некротическом процессе систолическая скорость кровотока (V_s) на стопе в группе больных без окклюзирующего процесса достоверно повышается, что связано с некоторым сдавлением магистральных артерий воспалительным отеком. При остальных вариантах ангиоархитектоники выявлено снижение V_s , связанное со сдавлением коллатеральных сосудов голени и стопы. Во всех группах больных отмечено повышение ригидности сосудистой стенки и периферического сопротивления в очаге поражения при нарастании воспалительной инфильтрации и отека мягких тканей, на что указывает снижение систоло-диастолического индекса (SD - index). Также при этом снижаются значения пульсаторного индекса (PI) - интегральной величины скоростей кровотока, что наиболее объективно отражает усугубление макрогемодинамики дистальных отделов конечности со снижением перфузии тканей и уменьшением объема дистального сосудистого русла. Средние значения лодыжечно-плечевого индекса давления (ЛПИ) в различных группах больных достоверно не различались, что обусловлено наличием кальциноза Мекенберга. При нарастании гнойно-воспалительного процесса отмечено повышение ПОВД на голени, указывающее на усугубление состояния микроциркуляторного русла с активацией артерио-венулярного шунтирования крови. При этом Ампл ФПГ на стопе была достоверно ниже, по сравнению с данными в группе больных с локальным поражением, что говорило об ухудшении коллатерального кровообращения и уменьшении пульсового кровенаполнения тка-

Таблица 2

Характеристика доплерометрических показателей кровотока стопы при различных вариантах поражения магистральных артерий нижних конечностей у больных с синдромом диабетической стопы

№	Ангиоархитектоника нижних конечностей	Допплерометрические показатели кровотока			
		Систолическая скорость кровотока, см/сек	Систолический диастолический индекс	Пульсаторный индекс	Лодыно-плечевой индекс
1	Контрольная группа - практически здоровые (n=12)	47,5±5,1	50,9±14,8	13,6±1,6	1,01±
2	Магистральные артерии без стеногического процесса (n=17)	46,1±7,4	35,6±9,3 ¹	10,7±3,3 ¹	1,21±
3	Поражение бедренно-подколенного сегмента (n=7)	30,3±3,1 ^{1,2}	5,38±1,92 ^{1,2}	2,18±0,48 ^{1,2}	1,24±
4	Поражение берцовых артерий (n=16)	18,3±5,6 ^{1,2,3}	2,71±0,78 ^{1,2,3}	0,97±0,19 ^{1,2,3}	1,14±
5	Полисегментарное поражение (n=13)	15,0±5,7 ^{1,2,3}	2,01±0,59 ^{1,2,3}	0,85±0,23 ^{1,2,3}	1,18±

Примечание: ^x - различия статистически достоверные при P<0,05 по отношению к данным у соответствующей группы больных, t-тест Стьюдента. Указано среднее значение ± стандартное отклонение.

Таблица 3

Показатели пульсового кровенаполнения и кислородного режима тканей стопы при различных вариантах поражения магистральных артерий нижних конечностей у больных с синдромом диабетической стопы

№	Ангиоархитектоника нижних конечностей	ТсрО ₂ ст, мм рт.ст.	Упад ТсрО ₂ , мм/сек	Уприр Тср, мм/мин
1	Контрольная группа - практически здоровые (n=12)	52±3,4	0,78±0,05	0,38±0,01
2	Магистральные артерии без стеногического процесса (n=31)	41,6±7,7 ¹	0,51±0,14 ¹	0,1±0,03
3	Поражение бедренно-подколенного сегмента (n=11)	37,1±4,5 ¹	0,42±0,06 ¹	0,095±0,01
4	Поражение берцовых артерий (n= 19)	23,0±5,1 ^{1,2,3}	0,22±0,07 ^{1,2,3}	0,041±0,015
5	Полисегментарное поражение (n=20)	21,5±4,8 ^{1,2,3}	0,18±0,06 ^{1,2,3,4}	0,043±0,024

Примечание: ^x - различия статистически достоверные при P<0,05 по отношению к данным у соответствующей группы больных, t-тест Стьюдента. Указано среднее значение ± стандартное отклонение.

ТсрО₂ст – черезкожное парциальное напряжение кислорода в покое;

Упад ТсрО₂ – скорость падения черезкожного парциального напряжения кислорода при ишемической пробе;

Уприр ТсрО₂ – скорость прироста черезкожного парциального напряжения кислорода при ишемической пробе;

Ампл ФПГ - амплитуда пульсовой фотоплетизмографической кривой.

ней стопы. Также при распространенном процессе ухудшались показатели кислородного режима тканей, на что указывало достоверное снижение $TcPO_2$ ст, а также показателей ишемической пробы ($V_{пад}$ $TcPO_2$ и $V_{прир}$ $TcPO_2$). Но, несмотря на ухудшение окислительных процессов в тканях стопы, они, как правило, сохраняли свою активность даже при декомпенсации кровообращения, о чем говорили показатели $V_{пад}$ $TcPO_2$ при проведении ишемической пробы. Это указывало на целесообразность улучшения магистрального и коллатерального кровотока нижних конечностей в комплексном лечении больных с СДС, даже при наличии запущенной ишемии дистальных отделов стопы.

Таким образом, наибольшая частота окклюзионно-стенозных процессов у больных с СДС приходится на берцовый сегмент, поражение которого оказывает определяющее влияние на перфузию и степень артериальной недостаточности дистальных сегментов конечности, связанное с неполноценностью коллатерального кровообращения при данном уровне облитерации. Выявлена тесная связь поражения магистральных артерий и микроциркуляторного русла, функциональное состояние которого резко нарушено при наличии дистального окклюдизирующего процесса. Обнаружено также, что наличие распространенного гнойно-некротического процесса с воспалительным отеком усугубляет состояние кровообращения в области голени и стопы. Кислородный режим тканей дистальных сегментов конечности у больных с СДС характеризуется уменьшением $TcPO_2$ ст, а также нарушением утилизации и транспорта кислорода ишемизированными тканями по мере нарастания степени выраженности облитерации сосудов.

В совокупности полученные результаты подкрепляют значение сосудистых нарушений в патогенезе синдрома диабетической стопы. Это не только свидетельствует о необходимости их своевременного выявления, но и указывает на целесообразность их коррекции при комплексном лечении больных рассматриваемого контингента. Наличие у больных с СДС мультифокальной патологии сосудистого русла нижних конечностей с преимущественным поражением берцового сегмента, а также гнойно-некротического очага различной глубины и

распространенности определяет важность дифференцированного комплексного подхода к коррекции регионарных гемодинамических и микроциркуляторных нарушений с использованием как прямых, так и непрямых методов реваскуляризации.

Коррекция нарушений регионарного кровообращения при синдроме диабетической стопы. На основании проведенных клинических и лабораторных исследований нами разработана и применена у 208 больных система комплексного лечения гнойно-некротических осложнений нижних конечностей при СДС с учетом изученных причин и условий, способствующих его возникновению и развитию. На основании выявленных особенностей регионарной гемодинамики в данную систему лечения включена предложенная нами программа улучшения кровообращения нижних конечностей с использованием стандартных и альтернативных методов реваскуляризации. В контрольной группе, где применялись традиционные методы, было 107 больных. Лечебные мероприятия в этой группе проводились без учета характера поражения сосудистого русла нижних конечностей.

При условии адекватного вскрытия и дренирования гнойно-некротического очага, а также при ограниченном местном процессе (трофическая язва, сухая гангрена), в основной группе выполнялись реконструктивные сосудистые операции на различных сегментах артериального русла нижних конечностей. Ангиохirurgические вмешательства произведены у 28 больных (табл. 4). При невозможности прямой артериальной реконструкции вследствие протяженных дистальных окклюзий, как попытка ликвидации критической ишемии, выполнялась артериализация венозного русла голени и стопы (4 больных).

В качестве примера выполнения аутовенозного бедренно-подколенного шунтирования с малой ампутацией на стопе приводим одно из наблюдений.

Больной К., 60 лет, и.б.№ 4654, поступил в РНПЦ «Инфекция в хирургии» 30.04.03 с диагнозом: Сахарный диабет II типа, впервые выявленный, средней степени тяжести. Субкомпенсация. Диабетическая ангионейропатия нижних конечностей. Гангрена пальцев и дистального отдела левой стопы. ИБС, постинфарктный карди-

Таблица 4

Реконструктивные сосудистые операции у больных с синдромом диабетической стопы

Вид сосудистой реконструкции	Число больных
Аорто-бедренное аллошунтирование	2
Подвздошно-бедренное аллошунтирование	2
Бедренно-подколенное аутовенозное шунтирование	7
Подвздошно-бедренно-подколенное шунтирование	1
Артериализация поверхностного венозного русла голени и стопы	4
Ревизия артерии, эндартерэктомия	5
Транслюминальная баллонная ангиопластика	7

осклероз, экстрасистолия, Н Па. Артериальная гипертензия II стадии, риск IV. Хронический бронхит, пневмосклероз, эмфизема легких. ДН I. Консервативное лечение, проводимое по месту жительства, оказалось неэффективным.

При поступлении общее состояние средней тяжести. Местно отмечался выраженный отек левой стопы, нижней и средней трети голени, стопа с багрово-цианотичным оттенком, 2-5 пальцы черного цвета с мокнутием, неприятным запахом и переходом некроза на дистальную часть стопы (рис. 1). Определялись высокие цифры сахара крови до 15 ммоль/л. При комплексном обследовании сосудистого русла нижних конечностей выявлен гемодинамически значимый стеноз берцовых артерий до 75% с обеих сторон и окклюзия поверхностной бедренной артерии слева.

В стационаре больному назначено дробное введение простого инсулина в дозе до 38 ЕД в сутки, уровень сахара удалось снизить до 6-8 ммоль/л. Начата эмпирическая антимикробная терапия, коррекция которой производилась в последующем в соответствии с чувствительностью высеваемой микрофлоры из гнойно-некротического очага. Больному в плановом порядке выполнено левостороннее бедренно-подколенное шунтирование реверсированной аутовеной выше коленного сустава. В послеоперационном периоде отмечено полное купирование болевого синдрома с улучшением показателей макро- и микрогемодинамики дистальных сегментов конечности. На фоне стойкого улучшения притока крови и сформированной демаркации в зоне некрозов выполнена некрэктомия с резекцией 2-5 пальцев левой стопы с головками плюсневых костей, а затем выполнена аутодермопластика гранулирующей раны стопы перфорированным кожным лоскутом. Выписан с выздоровлением под амбулаторное наблюдение хирурга и эндокринолога по месту жительства.

При наличии критической ишемии нижних конечностей и сосудистого поражения, исключающего возможность выполнения прямой артериальной реваскуляризации, выполнялась артериализация поверхностного венозного русла голени и стопы.

На первом этапе операции выполняли ревизию артерии (общей, поверхностной бедрен-

ной или подколенной) на участке предполагаемого наложения проксимального артериовенозного анастомоза (сразу выше места окклюзии). Затем выполняли ревизию большой подкожной вены на этом же уровне. Далее отдельным разрезом на уровне лодыжки выделяли краевую вену, через один из притоков на тыле стопы или разрез маргинального сегмента большой подкожной вены в последнюю вводили вальвулотом (3,5-4 мм в диаметре), который проводили проксимально до уровня наложения артериовенозного анастомоза. На этом уровне вену пересекали, а проксимальный ее конец прошивали и перевязывали. Затем, путем выведения вальвулота из вены, производили разрушение клапанов большой подкожной вены. При этом сегмент вены с клапаном проходили от 3 до 5 раз, вращая вальвулотом вдоль его продольной оси. Через отдельные разрезы на голени в ее верхней и средней трети перевязывали крупные притоки большой подкожной вены. Проходимость шунта проверяли введением в проксимальный конец большой подкожной вены раствора гепарина. Следующим этапом производили разрушение клапанов вены на стопе при помощи металлических бужей с различными диаметрами. Далее выполняли наложение проксимального артериовенозного анастомоза выше места окклюзии по типу конец в бок монолитной нитью пролен 4/0 или 5/0. После наложения проксимального анастомоза сосудистые зажимы снимались и восстанавливался кровоток по бедренной артерии и аутовене. Убедившись в наличии пульсирующего кровотока по шунту, ушивали отверстие в вене или перевязывали венозный приток на стопе, через который вводился вальвулотом.

В качестве примера выполнения артериализации поверхностного венозного русла голени и стопы приводим одно из наблюдений.

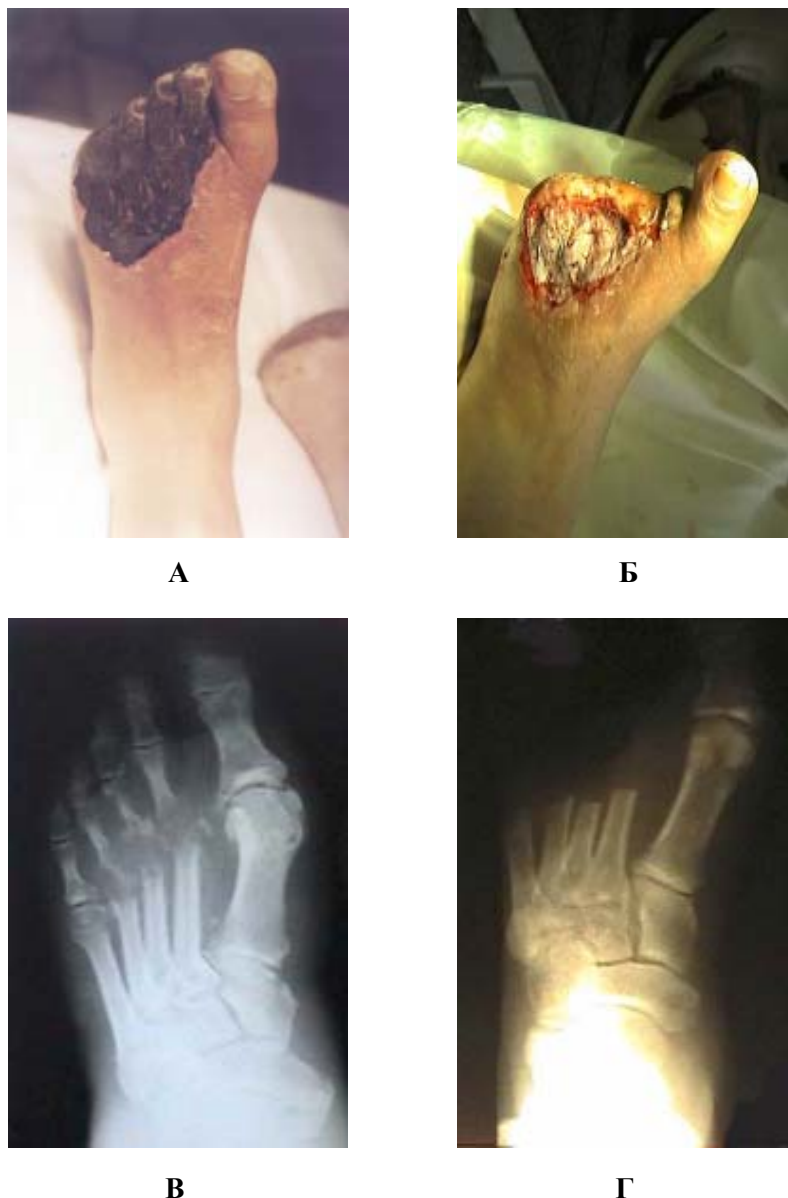


Рис. 1. Внешний вид и рентгенограммы левой стопы больного К.
А) до лечения; Б) после выполнения бедренно-подколенного аутовенозного шунтирования с резекцией стопы и аутодермопластики (на операционном столе).

Больной Д., 67 лет, и.б. № 2337, поступил в РНПЦ «Инфекция в хирургии» 18.02.03 с диагнозом: Сахарный диабет II типа, средней степени тяжести. Субкомпенсация. Диабетическая ангионейропатия нижних конечностей. Гангрена 2-го пальца левой стопы с переходом на стопу. ИБС, атеросклеротический кардиосклероз, Н IIa. Артериальная гипертензия II стадии, риск IV. Консервативное лечение, проводимое по месту жительства, оказалось неэффективным.

При поступлении общее состояние средней тяжести. Местно отмечался отек левой стопы, кожа стопы бледная с цианотичным оттенком, 2-й палец черного цвета с мокнутием, неприятным запахом и переходом некроза на дистальную часть стопы. Содержание сахара крови колебалось в пределах 7-12 ммоль/л. При комплексном обследовании сосудистого русла нижних конечностей выявлена протяженная окклюзия берцовых артерий от верхней трети голени с обеих сторон с резко

ослабленным коллатеральным кровотоком на стопе.

В стационаре больному назначено дробное введение простого инсулина в дозе до 32 ЕД в сутки, уровень сахара удалось снизить до 6-8 ммоль/л. Начата эмпирическая антимикробная терапия, коррекция которой производилась в последующем в соответствии с чувствительностью высеваемой микрофлоры из гнойно-некротического очага. 06.03.03. в плановом порядке произведена артериализация поверхностного венозного русла левой голени и стопы in-situ. В послеоперационном периоде отмечено купирование болевого синдрома с улучшением показателей макро- и микрогемодинамики дистальных сегментов конечности. На фоне стойкого улучшения притока крови сформировалась демаркация в зоне некрозов и выполнена ампутация 2-го пальца левой стопы с головкой плюсневой кости. Выписан с улучшением под амбулаторное наблюдение хирурга и эндокринолога по месту жительства (рис. 2-5).

После выполнения ангиохирургических вмешательств в результате прогрессирования ишемии и развития гангрены нижней конечности у 5 пациентов выполнена ампутация нижней конечности на уровне бедра: 2 больным -

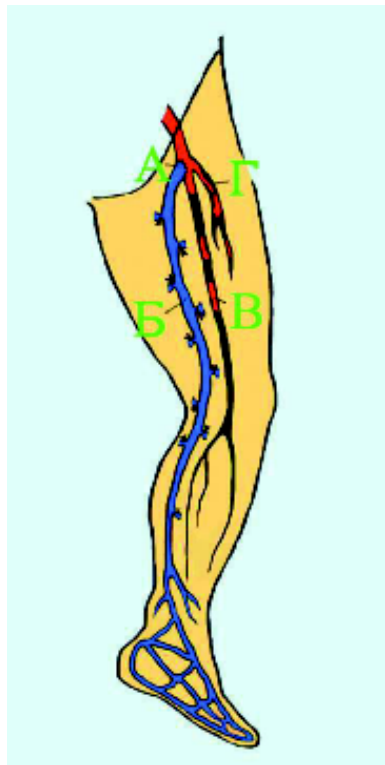


Рис. 2. Схема артериализации поверхностного венозного русла голени и стопы от общей бедренной артерии: А) артерио-венозное соустье; Б) большая подкожная вена; В) поверхностная бедренная артерия; Г) глубокая артерия бедра.

после чрескожной транслуминальной баллонной ангиопластики, 1 больному - после артериализации венозного русла голени и стопы, 1 больному - после эндартерэктомии из поверхностной бедренной артерии и 1 больному - после аортобедренного аллошунтирования. У одного пациента в раннем послеоперационном периоде после выполнения аутовенозного бедренно-подколенного шунтирования наступил тромбоз шунта, однако нижняя конечность была сохранена. Умерло двое больных: один после чрескожной транслуминальной баллонной ангиопластики от ТЭЛА, другой после аутовенозного бедренно-подколенного шунтирования в результате острой сердечно-сосудистой недостаточности.

При определении показаний к оперативному лечению больных с синдромом диабетической стопы важную роль играет компенсация сахарного диабета, наличие тяжёлых сопутствующих заболеваний, распространённость поражения сосудистого русла. Чаще всего это больные пожилого и старческого возраста с тяжелой сопутствующей патологией, глубоким гнойно-некротическим процессом на стопе и декомпенсированной ишемией конечности на фоне распространенного поражения берцовых артерий. В этой ситуации проведение травматичных хирургических вмешательств весьма проблематично, а бедренно-дистальные шунтирующие операции могут окончиться неудачей в связи с



Рис. 3. Внешний вид стопы больного Д.
А) до операции; Б) после артериализации и ампутации 2-го пальца левой стопы.



Рис. 4. Ангиограмма больного Д. после выполнения артериализации поверхностного венозного русла голени и стопы слева от подколенной артерии.

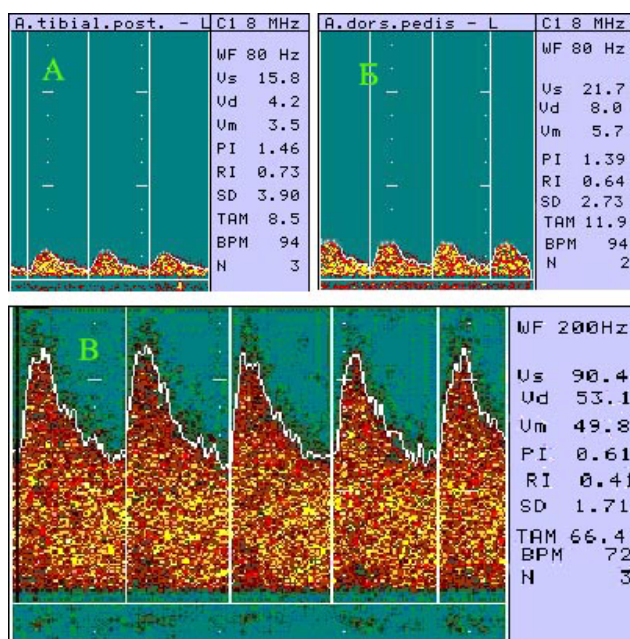


Рис. 5. Допплерограммы больного Д. А) Локация кровотока по a. tibialis posterior до операции; Б) Локация кровотока по a. dorsalis pedis до операции; В) Локация кровотока по шунту на уровне стопы после операции.

возможностью быстрого тромбоза шунта. Поэтому с особой настоятельностью определяется необходимость разработки эффективных малотравматичных методик улучшения регионарного кровообращения у таких больных. Все вышесказанное заставляет прибегать к нетрадиционным способам устранения ишемии при СДС.

В качестве не прямых методов улучшения регионарного кровотока мы использовали длительные внутриартериальные инфузии лекарственных средств через катетеризированные ветви магистральных артерий нижних конечностей и их сочетание с реваскуляризирующей остеотрпанацией большеберцовой кости (РОТ). Основным показанием для катетеризации ветви магистральной артерии был гнойно-некротический процесс стопы вне зависимости от наличия или отсутствия окклюзионно-стенотического поражения сосудов нижних конечностей. Катетеризация производилась параллельно с хирургической обработкой гнойно-некротического очага. Внутриартериальные инфузии осуществлялись длительно-непрерывным методом через нижнюю надчревную артерию или глубокую артерию, огибающую подвздошную кость. Для этого использовались дозаторы лекарственных средств («Инфузомат», «Перфузор», «Лениомат», ДШ-07 и др.), скорость введения от 3 до 100 мл в час (рис. 6). Проводилась регионарная перфузия лекарственных средств с целью улучшения микроциркуляции (реополиглюкин 200 мл + гепарин 5000 МЕ + витамин С 5%-5 мл; никотиновая кислота 4 мл + но-шпа 2 мл + трентал 2% 10 мл + раствор NaCl 0,9% 200 мл), регионарная антимикробная терапия (ципрофлоксацин + цефотаксим, амикацин + клиндамицин, цiproфлорксацин + амикацин), регионарная иммунокорректирующая терапия Ронколейкином®. Регионарная внутриартериальная перфузия применена в основной группе у 77 больных. Она проводилась, по возможности, до полного купирования гнойно-некротического процесса и выполнения пластических операций на стопе. В контрольной группе введение вышеуказанных препаратов проводилось внутривенным путем. Из осложнений после катетеризации ветвей магистральных артерий нагноение послеоперационной раны встретилось у 3 пациен-



Рис. 6. Внутриаrтериальная инфузия у больной А. при помощи аппарата ДШ - 07.

тов, выпадение катетера из артерии - у 1 пациента, эндоваскулит, потребовавший удаления катетера, - у 1 пациента, возникновение паравазальной гематомы после удаления катетера - у 1 пациента.

Основным показанием для применения фрезевой фенестрации большеберцовой кости (РОТ) в сочетании с длительной внутриаrтериальной перфузией у больных с СДС являлось наличие дистального окклюдизирующего поражения артерий нижних конечностей при невозможности выполнения прямых реваскуляризирующих операций или в любых других ситуациях, когда имелаась угроза высокой ампутации на фоне поражения артерий голени. РОТ произведена у 14 пациентов основной группы, из них 3 больным в раннем послеоперационном периоде выполнены высокие ампутации в результате прогрессирования ишемии и развития гангрены нижней конечности.

РОТ большеберцовой кости выполнялась по следующей методике. После нанесения небольших продольных разрезов (1,5-2 см) кожи и мягких тканей по передне-наружной и передне-внутренней поверхности голени на 7-9 уровнях тупо отделяли переднюю группу мышц от большеберцовой кости. Затем соответственно разрезам мягких тканей просверливали большеберцовую кость по передне-наружной и пе-

редне-внутренней ее поверхности до костномозгового канала при помощи дрели с диаметром сверла 7-9 мм. При этом из костномозгового канала, как правило, появлялось умеренное венозное кровотечение (рис. 7).

Оценивая результаты применения в основной группе нетрадиционных методов реваскуляризации, мы основывались на клинических данных, а также динамике показателей ультразвуковой доплерометрии, фотоплетизмографии и чрескожной полярографии. Клиническое наблюдение за больными, которым проводились длительные внутриаrтериальные инфузии, а также их сочетание с РОТ по разработанной схеме, показало, что позитивные изменения наблюдались с самого начала такого лечения. К концу первой недели у больных при наличии глубоких гнойно-некротических процессов наблюдалось улучшение общего состояния, уменьшение гипостатического отека и болей в конечности, исчезновение явлений эндогенной интоксикации и ограничение распространённости гнойно-некротического очага. Продолжение комплексного лечения способствовало очищению трофических язв и гнойных ран на стопе и голени, улучшению общего состояния больных.

Из таблицы 5 видно, что в результате использования в контрольной группе традицион-



Рис. 7. Рентгенограмма больной Н. после выполнения реваскуляризирующей остеотрепанации большеберцовой кости.

ных методов улучшения регионарного кровообращения достоверно повышался систоло-диастолический индекс (SD - index). Это указывало на снижение ригидности сосудистой стенки и периферического сопротивления в дистальных отделах нижней конечности. Также повышался пульсаторный индекс (PI) вследствие увеличения объема дистального сосудистого русла и улучшения регионарной перфузии тканей.

У больных основной группы отмечены более выраженные изменения гемодинамических показателей кровотока в результате применения длительной регионарной перфузии лекарственных средств и реваскуляризирующей остеотрепанации большеберцовой кости. При ультразвуковой доплерометрии установлено существенное увеличение систолической скорости кровотока (V_s) по сосудам голени и стопы, по сравнению с дооперационными значениями. Значения систоло-диастолического индекса и индекса пульсации были достоверно выше как в сравнении с дооперационными показателями, так и по отношению к результатам лечения в контрольной группе. Также выявлено снижение постокклюзионного венозного

давления (ПОВД), что указывало на уменьшение патологического артерио-веноулярного сброса крови в дистальных сегментах конечности, связанное с улучшением транскапиллярного кровотока.

Отчетливое улучшение коллатерального кровотока и пульсового кровенаполнения тканей наблюдалось по данным фотоплетизмографии, когда амплитуда осцилляций в ближайшем послеоперационном периоде увеличилась с 11,2 до 14,1 мм ($p < 0,05$). Из таблицы 6 также следует, что в результате применения в контрольной группе традиционных методов коррекции кровотока улучшался кислородный режим тканей стопы. Однако в основной группе динамика показателей парциального напряжения кислорода в тканях ($TspO_2$) была значительно лучше, по сравнению с исходными показателями и результатами в контрольной группе. Установлено достоверное увеличение общей кислородной насыщенности тканей в покое ($TspO_{2\text{ст}}$). Также восстанавливалась активность окислительных процессов, что выражалось в усилении утилизации и транспорта кислорода в тканях дистальных отделов конечности (повышалась скорость падения и скорость прироста $TspO_2$).

Таким образом, представленные результаты ангиологических исследований свидетельствуют о том, что улучшение регионарного кровообращения по разработанной схеме является эффективным средством в комплексном лечении больных с СДС.

Использование реваскуляризирующей остеотрепанации большеберцовой кости в сочетании с регионарной внутриаrтериальной перфузией приводило к более выраженным гемодинамическим эффектам по сравнению с результатами лечения в контрольной группе. При этом не только улучшалось коллатеральное кровообращение, но и повышался уровень компенсаторно-приспособительных механизмов в тканях поражённой конечности, что проявлялось в уменьшении гипоксии и стимуляции окислительных процессов.

Таким образом, в результате применения системы комплексного консервативного и хирургического лечения больных с СДС, включающей предложенную программу улучшения регионарного кровообращения нижних конечностей с использованием стандартных и аль-

Таблица 5

Динамика доплерометрических показателей кровотока стопы в зависимости от характера лечения

Допплерометрические показатели кровотока стопы	Контрольная группа (n=14)		Основная группа (n=30)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
Систолическая скорость кровотока, см/сек	28,7 (21,5-37)	30,5 (19,5-41,5)	36,7 (18,9-42,3)	42,15 (24,8-45,6)*. **
Систо-диастолический индекс	1,96 (1,69-2,84)	2,28 (1,98-2,84)*	2,5 (2,23-4,46)	5,28 (3,45-5,99)*. **
Пульсаторный индекс	2,17 (1,2-4,37)	2,3 (1,6-4,45)*	1,47 (0,95-1,9)	2,61 (1,58-3,45)*. **
Лодыжечно-плечевой индекс	0,9 (0,7-1,4)	0,9 (0,9-1,4)	0,9 (0,7-1,2)	0,95 (0,8-1,2)
Постокклюзионное венозное давление, мм рт. ст.	34 (30-37)	31,5 (30-33)	35 (33-37)	30 (30-35)*

Примечание: рU- непараметрический критерий Вилкоксона (парный), Манна-Уитни (непарный). Данные представлены в виде М (LQ-UQ), где М - медиана, LQ-UQ - интерквартильный размах.

* - $pU < 0,05$, достоверность различий показателей до и после лечения;

** - $pU < 0,05$, различия статистически достоверные между показателями в основной и контрольной группах.

Таблица 6

Динамика показателей пульсового кровенаполнения и кислородного режима тканей стопы в зависимости от характера лечения

Показатели кислородного режима тканей стопы	Контрольная группа (n=15)		Основная группа (n=31)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
ТсрO ₂ ст, мм рт.ст.	22 (19-26)	27 (24-29)*	23 (18-26)	31 (27-35)*. **
Впад ТсрO ₂ , мм/сек	0,22 (0,17-0,3)	0,28 (0,22-0,37)*	0,2 (0,15-0,25)	0,38 (0,35-0,45)*. **
Вприр ТсрO ₂ , мм/мин	0,033 (0,025-0,05)	0,058 (0,033-0,058)*	0,033 (0,025-0,042)	0,117 (0,083-0,125)*. **
Ампл ФПГ, мм	11 (9-14)	11,4 (10-14)	12 (9-14)	14 (11-17)*

Примечание: рU- непараметрический критерий Вилкоксона (парный), Манна-Уитни (непарный). Данные представлены в виде М (LQ-UQ), где М - медиана, LQ-UQ - интерквартильный размах;

* - $pU < 0,05$, достоверность различий показателей до и после лечения;

** - $pU < 0,05$, различия статистически достоверные между показателями в основной и контрольной группах.

ТсрO₂ст – чрезкожное парциальное напряжение кислорода в покое;

Впад ТсрO₂ – скорость падения чрезкожного парциального напряжения кислорода при ишемической пробе;

Вприр ТсрO₂ – скорость прироста чрезкожного парциального напряжения кислорода при ишемической пробе;

Ампл ФПГ - амплитуда пульсовой фотоплетизмографической кривой.

тернативных методов реваскуляризации, нам удалось снизить количество ампутаций голени с 23,4% до 8,2% ($p < 0,05$), ампутаций бедра - с 20,5% до 9,1% ($p < 0,05$). В целом, количество высоких ампутаций уменьшилось с 43,9% до

17,3% ($p < 0,05$), средняя продолжительность лечения - с 60,9 до 41,5 койко-дня ($p < 0,05$), летальность - с 8,4% до 3,4% ($p < 0,1$), что имеет большое медицинское, социальное и экономическое значение.

Выводы

1. Дистальное поражение артериального русла у больных с СДС играет определяющую роль в декомпенсации регионарного кровообращения из-за неполноценности коллатерального кровотока при данном уровне облитерации и наличия артерио-венозного шунтирования крови. Распространенный гнойно-некротический процесс с воспалительным отеком усугубляет состояние гемодинамики голени и стопы.

2. Кислородный режим тканей дистальных сегментов конечности у больных с СДС характеризуется уменьшением парциального напряжения кислорода, а также нарушением утилизации и транспорта кислорода ишемизированными тканями по мере нарастания облитерирующего процесса. В тканях дистальных отделов конечности при декомпенсированном кровотоке сохраняется активность окислительных процессов, что определяет возможность коррекции регионарных гемодинамических нарушений.

3. Хирургическая тактика при лечении больных с СДС должна основываться на характере регионарных гемодинамических и микроциркуляторных нарушений. При их коррекции необходим дифференцированный комплексный подход с использованием как прямых, так и непрямых методов реваскуляризации.

4. Длительная регионарная внутриартериальная инфузия лекарственных средств является эффективным малотравматичным методом улучшения регионарного кровотока. При «дистальном» поражении регионарные инфузии успешно могут сочетаться с реваскуляризующей остеотомпанией. В некоторых случаях при невозможности выполнения прямой артериальной реконструкции купировать критическую ишемию и сохранить конечность позволя-

ет метод артериализации венозного русла голени и стопы.

Литература

1. Белов Ю.В., Косенков А.Н., Баяндин Н.Л. Тактика хирургического лечения больных с диффузным поражением артерий нижних конечностей // Хирургия. - 1999. - № 4. - С. 4-9.
2. Великов В.К. Хроническое внутрисосудистое микросвертывание крови и значение его коррекции при диабетической микроангиопатии: Автореф. дисс. ... д-ра мед. наук: 14.00.27, 14.00.03. - М., 1989. - 46 с.
3. Генес С.Г., Балан С.А. О классификации сахарного диабета//Врач. Дело. - 1971. - С. 89-91.
4. Доклад Комитета экспертов ВОЗ: Сахарный диабет: Серия техн. докл. №646. - М., 1987. - 68 с.
5. Кривихин В.Т., Доценко Н.М., Павленко В.В., Рожнов В.Ф. Лазеротерапия в комплексном лечении больных сахарным диабетом осложненным гнойно-некротическими поражениями стоп//Методы эфферентной и квантовой терапии в клинической практике. Тез. докл. научн. практ. конф. (Ижевск, 25 - 26 мая, 1995), - Ижевск, 1995. - С. 92 - 93.
6. Любищев С.А., Гиткина Л.С. Заболевания периферических артерий и методы их функциональной диагностики. - Минск: изд-во «Беларусь», 1975. - 128 с.
7. Мазовецкий А.Г., Великов В.К. Сахарный диабет. - М., Медицина, 1987. - 284 с.
8. Синдром диабетической стопы (клиника, диагностика, лечение и профилактика) / И.И. Дедов, М.Б. Анциферов, Г.Р. Галстян, А.Ю. Токмакова. - М.: Универсиум Паблишинг, 1998. - 138с.
9. Чур Н.Н. Современный подход к лечению влажной диабетической гангрены нижних конечностей // Прогресс и проблемы в лечении заболеваний сердца и сосудов: Материалы юбилейной конф., Санкт-Петербург, дек. 1997. - С. 300-301.
10. Thomson F.J., Veves A., Ashe H. e.a. A team approach to diabetic foot care - the Manchester experience // Foot. - 1991. - N 1. - P. 75-82.
11. Wheat E., Allen S., Henry M. e.a. Diabetic foot infection // Internal medicine - 1986. - V. 146. - P. 1935-1940.
12. Woelfle K.D. Distal vein graft reconstruction for isolated tibioperoneal occlusive disease in diabetics with critical foot ischemia. How does it work? // Eur. J. Vase. Surg. - 1993. - V. 7. - P. 409-413

Поступила 14.01.2004 г.
Принята в печать 26.03.2004 г.