

© В.А. Щуров, Е.Н. Щурова, 2000

Состояние микроциркуляторного русла мышц голени у больных с облитерирующими поражениями артерий конечностей

В.А. Щуров, Е.Н. Щурова

Microcirculatory bed status in leg muscles of patients with obliterating involvements of limb arteries

V.A. Shchurov, E.N. Shchurova

Государственное учреждение науки

Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова, г. Курган (генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

Дан физиологический анализ феномена ускорения кровотока покоя голени при облитерирующих заболеваниях артерий конечностей. Исследована возрастная динамика коэффициента капиллярной фильтрации у здоровых людей (487), у больных с облитерирующим эндартериитом (143) и облитерирующим атеросклерозом артерий конечностей (115). Ускорение кровотока покоя начинается при снижении резервных возможностей сосудистого русла как компенсаторная реакция. При исчерпании этих резервов суммарная площадь функционирующих капилляров неуклонно снижается и определяет биологический возраст сосудистого русла.

Ключевые слова: голень, артерии конечностей, облитерирующие заболевания, регионарный кровоток.

Physiological analysis of acceleration phenomenon of leg rest blood flow in obliterating diseases of limb arteries is given. The age dynamics of capillary filtration coefficient was studied in normal subjects (487), in patients with obliterating endarteritis (143) and in those with obliterating atherosclerosis of limb arteries (115). Acceleration of rest blood flow starts in case of decrease of vascular bed reserve potentials as a compensatory reaction. When the reserves reach their limit, total area of functioning capillaries decreases steadily and determines a biological age of vascular bed.

Keywords: leg, limb arteries, obliterating diseases, regional blood flow.

При облитерирующих поражениях артерий конечностей показатель объёмной скорости кровотока голени расценивается как недостаточно информативный [1], поскольку его величина не отслеживает стадии нарушения кровоснабжения, более того, у больных она нередко выше, чем у здоровых людей [2, 3, 4, 5]. Не исключается, что это компенсаторное ускорение кровотока покоя связано с приростом потока крови через артерио-венозные анастомозы [6], который приводит к увеличению сосудистой проницаемости [7] и постепенному нарушению транкапиллярной функции микроциркуляторного русла [8].

Известно, что у здоровых людей до 50% кровотока конечностей может приходиться на артериоло-венулярные анастомозы [9]. Поэтому быстрый кровоток в мышцах не всегда сводится к потоку по каким-либо анатомически строго дифференцированным образованиям. Он может быть мерой функционального шунтирования, зависящего от состояния тканей [10].

В силу этих обстоятельств приобретает осо-

бое диагностическое значение оценка состояния микроциркуляторного русла мышц конечностей по величине коэффициента капиллярной фильтрации (ККФ), при прочих равных условиях, позволяющих судить о суммарной площади функционирующих капилляров. Чем выше венозное и интерстициальное давления, тем меньше податливость стенок сосудов, выше их сопротивление и меньше ККФ [11, 12]. Исследование роли ускорения регионарного кровотока в поддержании жизнеспособности тканей и обеспечении функциональных способностей конечности при облитерирующих заболеваниях артерий имеет практическое значение, поскольку такое ускорение наблюдается после некоторых операций, в частности, после симпатэктомии [13, 14]. Симпатэктомия эффективна в начальных стадиях облитерирующего атеросклероза [15], после ее выполнения повышается в основном кожный кровоток, что приводит к улучшению кровоснабжения пальцев стопы [16, 17].

Настоящая работа выполнена с целью оценки

состояния микроциркуляции и причин компенсаторного ускорения регионарного кровотока, а также взаимосвязи этих показателей и функцио-

нального состояния опорно-двигательного аппарата у больных с облитерирующими поражениями артерий конечностей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведено обследование 367 здоровых детей и подростков и 120 здоровых взрослых мужчин разного возраста (до 65 лет). Кроме того, обследованы 143 больных с облитерирующим эндартериитом и 115 больных с облитерирующим атеросклерозом нижних конечностей, у которых оценивалась величина безостановочного пути (метры пути, проходимые до появления ишемических болей). У всех обследуемых определя-

лись объёмная скорость кровотока (ОСК) голени, пиковый кровоток (после 3-х минутной окклюзии артерий бедра) и коэффициент капиллярной фильтрации с помощью прибора для окклюзионной плетизмографии «PERIQUANT-3500» (Швеция). Определялась медленная компонента увеличения объёма тканей голени на единицу прироста давления в манжете для окклюзии вен бедра.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С увеличением возраста у здоровых обследуемых наблюдалось снижение ОСК голени (рис. 1). Возрастная динамика этого показателя может быть описана уравнением регрессии:

$$\text{ОСК} = 17,7/t + 0,85; \quad r=0,940, \quad P \leq 0,001$$

На протяжении этого же возрастного периода (с 9 до 55 лет) величина ККФ имеет тенденцию к увеличению:

$$\text{ККФ} = -0,0008 + 0,0004 \cdot t; \quad r=0,988, \quad P \leq 0,001$$

Возрастное увеличение ККФ может быть в какой-то мере объяснено изменением биомеханических и функциональных свойств стенок артерий, снижением их способности приспосабливаться к меняющимся условиям при ортостатических возмущениях и физических нагрузках [18].

После 55 лет величина ККФ имеет тенденцию к снижению (рис. 2). Индекс пикового кровотока у здоровых мужчин был тем меньше, чем старше были обследуемые (табл. 1), хотя в группе старше 60 лет его величина была относительно высока.

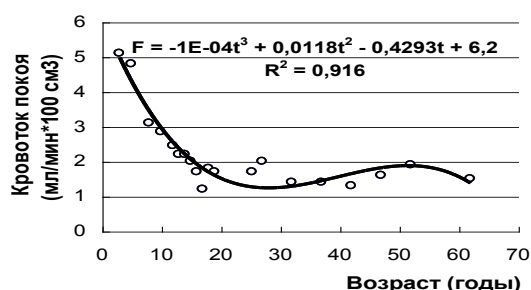


Рис. 1. Возрастная динамика скорости кровотока голени в покое у здоровых обследуемых

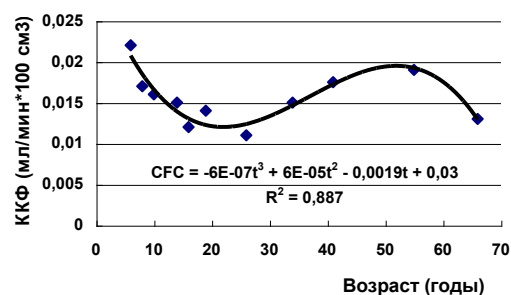


Рис. 2. Возрастная динамика коэффициента капиллярной фильтрации голени у здоровых обследуемых

У больных с облитерирующим атеросклерозом конечностей индекс пикового кровотока снижен ещё в большей степени, величина ККФ также меньше уровня возрастной нормы. Чем ниже у больных этот индекс, тем меньше показатель локомоторной выносливости [19].

Снижение ККФ до критических значений у больных с облитерирующим эндартериитом наблюдается в 45 лет, при облитерирующем атеросклерозе – в 63 года и у здоровых мужчин – в 87 лет (рис. 3).

Предполагается, что при облитерирующих заболеваниях повышение тонуса артерий конечностей с их последующей облитерацией является одним из проявлений адаптационной реакции, направленной на компенсацию избыточного увеличения капиллярной фильтрации. Существенное увеличение ККФ при облитерирующем эндартериите приводит к снижению функциональных способностей опорно-двигательного аппарата (табл. 2).

Таблица 1.

Индекс пикового кровотока у обследуемых разного возраста

Группы обследуемых	Стадия	20-29 лет	30-39 лет	40-49 лет	50-59 лет	60-69 лет
Здоровые	-	10,0±1,4	11,0±0,8	9,0±0,9	7,5±0,9	10,2±2,5
Больные с облитерирующим энтертериитом	2	4,4±0,1	4,6±0,4	5,9±0,9		
	3	4,7±2,5	3,0±0,6	5,0±0,4		
	4	3,9±0,5	4,5±0,6	3,8±0,5		
Больные с облитерирующим атеросклерозом	2			2,8±0,5	4,3±0,4	4,3±0,7
	3			3,7±0,8	2,7±0,3	4,5±1,7
	4			2,5±0,6	3,0±0,5	1,7±0,1

При облитерирующем атеросклерозе, напротив, наблюдается снижение величины ККФ. Чем ниже этот показатель у больных, тем меньше локомоторная выносливость, индекс пикового кровотока, следовательно, более выражена клиника заболевания. У больных молодого возраста ККФ, по-видимому, повышен, однако специфические симптомы заболевания не выявляются, хотя и имеются данные, подтверждающие, что атеросклероз начинается ещё в детском возрасте [20].

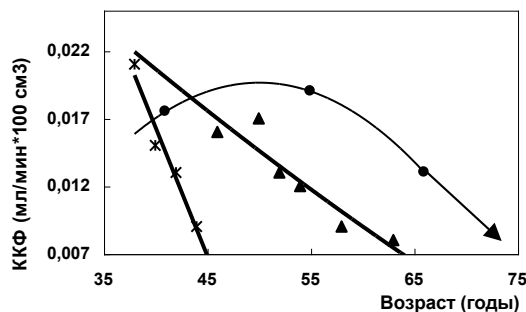


Рис. 3. Кривая возрастной динамики ККФ у здоровых мужчин и графики зависимости ККФ от возраста у больных с облитерирующим атеросклерозом (треугольники) и облитерирующим энтертериитом (нижняя прямая)

У здоровых людей практически отсутствует корреляционная взаимосвязь между показателями индекса пикового кровотока и ККФ, которая выявлена при анализе результатов обследования больных с облитерирующим энтертериитом:

$$\text{ККФ}_{\text{зд.}} = 0,025 + 0,0115 \cdot \text{ИПК}; \quad r = 0,745, \quad P \leq 0,01.$$

При облитерирующем атеросклерозе максимальный момент силы мышц-подошвенных сгибателей стопы снижен до 50% от уровня здоровых сверстников. Более существенно сни-

жены показатели работоспособности мышц, в частности - величина показателя локомоторной выносливости (табл. 2). Величина показателя локомоторной выносливости находится в корреляционной взаимосвязи с показателем суммарной площади функционирующих капилляров (рис. 4).

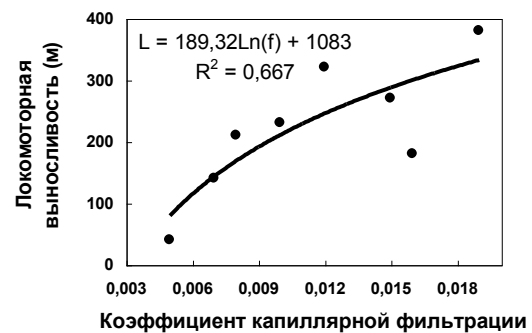


Рис. 4. Зависимость локомоторной выносливости больных с облитерирующим атеросклерозом артерий от величины коэффициента капиллярной фильтрации

Для показателя локомоторной выносливости у больных с облитерирующим энтертериитом более благоприятна ситуация, когда повышена величина кровотока покоя:

$$\text{ОСК}_{\text{зд.}} = 70,3 / (L + 1,21), \quad r = 0,923, \quad P \leq 0,001.$$

В группе больных с облитерирующим атеросклерозом сосудов конечностей кровотока покоя также повышен. При значениях локомоторной выносливости более 300 м между этими показателями выявляется нелинейная обратная взаимосвязь (рис. 5):

$$\text{ОСК}_{\text{атер.}} = 475 / (L + 1,05); \quad r = 0,999, \quad P \leq 0,05.$$

Таблица 2.

Показатель локомоторной выносливости при различных значениях ККФ

Показатели	Больные с энтертериитом		Больные с атеросклерозом	
ККФ	0,0278±0,0041	0,0069±0,0007	0,0205±0,0038	0,0062±0,0004
Число наблюд.	22	11	30	13
ОСК	2,23±0,38	1,90±0,22	1,54±0,40	1,43±0,29
Локомот. вынослив.	335±162	584±160	250±48	138±25

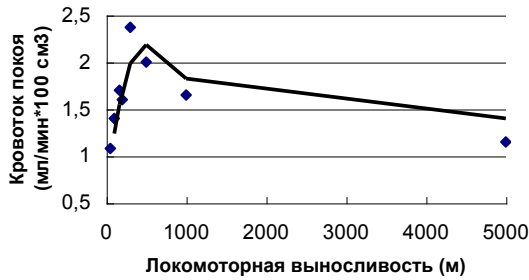


Рис. 5. Взаимосвязь кровотока покоя и показателя локомоторной выносливости у больных с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей

В более тяжелых случаях, при локомоторной выносливости менее 300 метров, снижение общего кровотока вследствие окклюзии магистральных артерий сопровождается уменьшением показателя локомоторной выносливости:

$$\text{ОСК}_{\text{атер.}} = 0,005 + 0,86 \cdot L, r = 0,954, P \leq 0,05.$$

При лечении больных с облитерирующим эндартериитом по Илизарову ККФ также сни-

жался, составляя в ближайшие сроки после его окончания 71% от исходного уровня. При лечении больных с облитерирующим атеросклерозом величина ККФ, напротив, повышалась на 28%. Через 2-3 года после его окончания показатели ККФ возвращались к исходному уровню (соответственно $0,0196 \pm 0,0005$ и $0,0154 \pm 0,0037$ мл/мин*100 см³*мм рт.ст.).

Таким образом, снижение резервных возможностей сосудистого русла конечностей при облитерирующем эндартериите сопровождается приростом кровотока покоя, снижением объема функциональной адаптации при проведении функциональной ишемической пробы и компенсаторным увеличением суммарной площади функционирующих капилляров. При облитерирующем атеросклерозе ухудшается артериальный приток, что приводит к снижению кровотока покоя и величины ККФ.

ЛИТЕРАТУРА

- Shionoya S. Noninvasive diagnostic technique in vascular disease // *Int. Angiol.* - 1987. - N 3. - P. 213-221.
- Объем кровотока в голени при непроходимости артерий нижних конечностей / И.А. Силиныш, Я.Н. Скардс, Б.А. Пурина, В.Я. Дзерве // *Вестн. хир.* - 1970. - № 9. - С. 71-73.
- Беляева Г.С. О значении венозной окклюзионной плетизмографии при облитерирующем атеросклерозе нижних конечностей // *Клин. медицина.* - 1986. - № 8. - С. 44-47.
- Яковлев Г.М., Мужиков В.Г., Гринштейн Е.Я. Диагностические возможности полисегментарной окклюзионной реоплетизмографии при нарушениях артериального кровообращения в нижних конечностях // *Вестн. хир.* - 1986. - № 8. - С. 55-59.
- Черепивская Е.Н., Щуров В.А. Информативность показателя длительности реактивной гиперемии при обследовании больных с патологией опорно-двигательного аппарата // *Актуальные проблемы чрескостного остеосинтеза по Илизарову: Сб. науч. трудов КНИИЭКОТ.* - Курган, 1987. - Вып. 12. - С. 131-135.
- Курочкин Н.Н., Казаков Ю.И. Оценка периферического кровообращения у больных с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей по данным окклюзионной плетизмографии // *Кровообращение.* - 1984. - Т. 17, № 6. - С. 49-51.
- Кургузов О.П., Успенский А.В., Дадвани С.А. Нарушение микроциркуляции и их коррекция при облитерирующем атеросклерозе артерий нижних конечностей // *Хирургия.* - 1986. - № 10. - С. 96-103.
- Мусаков С.М. Изменение общей сосудистой проницаемости при облитерирующих заболеваниях артерий нижних конечностей в зависимости от возраста // *Здравоохранение.* - 1987. - № 5. - С. 23-26.
- Aukland K., Bover B.F., Berliner P.W. Measurement of local blood flow with hydrogen gas // *Circul. Res.* - 1964. - Vol. 14, N 2. - P. 164-187.
- Мазуркевич Г.С. Нутритивный и шунтовый кровотоки и принципы их определения // *Актуальные вопросы физиологии кровообращения: Сб. науч. трудов.* - Симферополь, 1980. - С. 81-86.
- Джонсон П. Периферическое кровообращение. - М.: Медицина, 1982. - 440 с.
- Allen D., Korthui R.J., Clark S. Evaluation of starling forces in the equine digit // *J. Appl. Physiol.* - 1988. - Vol. 64, N 4. - P. 1580-1583.
- The effect of sympathetic innervation on canine muscle and skin blood flow / J.L. Gronenwelt, G.B. Lelenock, W.M. Whitehouse, J. Stanley // *Arch. Surg.* - 1983. - Vol. 118, N 4. - P. 420-424.
- Nervous and local chemical control of precapillary sphincters in skeletal muscle in the cat / A. Cobbold, B. Folkow, I. Kyellmer, S. Mellander // *Acta Physiol. Scand.* - 1963. - Vol. 57. - P. 180.
- Бондарчук А.В. Заболевания периферических сосудов. - Л.: Медицина, 1969. - 519 с.
- Краковский И.А. Феномен обкрадывания кровотока на стопе – одна из причин ишемии пальцев // *Вестн. хир.* - 1989. - Т. 143, № 11. - С. 42-43.
- Прохоров Г.Г., Алентьев А.А., Сухов В.К. Влияние поясничной симпатэктомии на тканевой кровоток при облитерирующем атеросклерозе // *Вестн. хир.* - 1989. - Т. 143, № 8. - С. 45-50.
- Щуров В.А. Физиологические основы эффекта стимулирующего влияния растяжения тканей на рост и развитие при удлинении конечности по Илизарову: Автореф. дис. д-ра мед. наук. - Пермь, 1993. - 32с.
- Incrised pulse pressure in patients with arteriosclerosis obliterans of the lower limbs / M.E. Safar, J.J. Totomonkono, R.A. Asmer, S.M. Laurent // *Arteriosclerosis.* - 1987. - Vol. 7, N 3. - P. 232-237.
- Клиорин А.И. Атеросклероз в детском возрасте. - Л.: Медицина, 1981. - 190 с.

Рукопись поступила 05.01.2000.