

Н. М. РЗАЕВ, Д. Д. ЗАКИРДЖАЕВ, Л. Г. МАМЕДБЕКОВА,  
Т. Г. АХВЕРДИЕВА, А. А. БАГИР-ЗАДЕ

## НЕКОТОРЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕЛКИХ СОСУДОВ КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИ ОБЛИТЕРИРУЮЩЕМ АТЕРОСКЛЕРОЗЕ

Характерным для атеросклеротического процесса является глубокое расстройство проницаемости эндотелиально-тканевых мембран, охватывающее, прежде всего, мальчайшие сосуды и капилляры, способствующее вторичному поражению мелких артерий при периферическом атеросклерозе.

В литературе имеются немногочисленные данные о состоянии микроциркуляторного сосудистого русла при периферическом атеросклерозе, еще меньше работ, посвященных изучению состояния сосудов малого калибра и особенностям кровообращения в них. Причиной этого является отсутствие надежных клинических проб для выявления функционального состояния упомянутых сосудов. Учитывая вышесказанное, нами изучены особенности терминального кровообращения в мелких сосудах конечностей у больных с периферическим атеросклерозом и микроморфологические изменения терминальных сосудов ампутированных конечностей.

Обследовано 76 больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей, из коих 37 со II А и Б, 21—с III и 18—с IV стадиями ишемии по классификации А. В. Покровского (1979). Все больные были мужчины в возрасте 45—82 года. Контрольную группу составили 20 практически здоровых лиц.

Важной особенностью атеросклероза является преимущественное поражение артерий нижних конечностей. Однако, учитывая генерализованный характер процесса, и то, что тромбооблитерирующие заболевания нижних конечностей сопровождаются функциональными и органическими изменениями сосудов верхних конечностей, долго находящихся в субклинической стадии, нами наряду с изучением периферического кровообращения нижних конечностей исследован регионарный кровоток пальцев рук, вплоть до дистальных отделов (ногтевой фаланги).

Состояние периферического кровообращения оценивалось на основании клинического обследования, аорто-артериографии и комплексного инструментально-графического исследования: электроосциллографии (ЭОГ), реовазографии (РВГ), фотоэлектроплетизмографии (ФЭПГ), а также электротермометрии (ЭТМ).

Кожная термометрия осуществлялась электрическим медицинским полупроводниковым термометром ТЭМП—60 при комнатной температуре (20—22°). ЭОГ регистрировали с нижней трети бедра, верхней и нижней трети голени, стопы, плеча и предплечья реконструированным нами [5] сфигмотоноосциллометром. Для длительных динамиче-



ских исследований кровообращения в дистальных отделах пальцев рук использован также модифицированный нами фотоэлектроплетизмограф [6]. Сегментарная продольная РВГ осуществлялась с помощью реографа РГ 4-01 с использованием пластинчатых электродов (30×35 мм) на уровне бедра, голени, стопы, плеча и предплечья, и кольцевых электродов (5×70 мм) при пальцевой и ногтевой (4×50 мм) РВГ.

ФЭПГ, РВГ и ЭТМ производили в покое с холодной нагрузочной пробой.

Анализ ЭОГ и РВГ производился по общепринятым визуальным и цифровым показателям.

Для изучения морфологических изменений терминальных сосудов произведены обзорные и гистохимические исследования артерий 18 ампутированных конечностей. Используются следующие методы исследования: окраска гематоксилин-эозином, по ван-Гизону, комбинированная окраска по Вейгерту с докраской железным гематоксилином, окраска фосфорно-вольфрамовым гематоксилином по Шуенинову, азокармином по Гейденгайну, импрегнацией серебром по Футу, методами Рассказовой Е. И. и Куприянова В. В.

При клиническом обследовании больных стопы и пальцы нижних конечностей обычно прохладны на ощупь, цианотичны, иногда приобретали мраморный вид, отмечались парестезии, а у больных с I стадией ишемии—отек, гиперемия, некротические изменения. Ногти уплощены, огрубевшие, грязно-серого цвета, ломкие. Разница в показателях кожной температуры на стопе и ногтевой фаланге большого пальца обычно составляла 2—4,2°.

В зависимости от стадии заболевания на ЭОГ и РВГ были выявлены различной степени выраженности количественные и качественные изменения, указывающие на снижение артериального кровоснабжения конечности. Особые изменения претерпевала пальцевая РВГ нижних конечностей. Даже при достаточной высоте ЭОГ и РВГ воли и выслушивании колебаний на стопных артериях (больные со II А ст.) мы имели выраженную деформацию пальцевой РВГ с резким снижением  $R_i$  вплоть до 0 (рис. 1 В а, в, с). У больных с IV стадией ишемии обычно отмечалось отсутствие волны на ЭОГ, низкая амплитуда РВГ волны на стопе, снижение пальцевой РВГ до 0 (рис. 1С а, в, с). Столь выраженные количественные и качественные изменения изучаемых параметров имели неблагоприятное прогностическое значение, так как эти случаи сопровождались ампутациями конечностей. Очень часто у больных со II Б и III ст. ишемии на фоновой РВГ большого пальца стопы отмечалось выраженное уплощение верхушки кривой, смещение дополнительного зубца к верхушке, и даже регистрация так называемого «петушиного гребешка», что свидетельствовало о наличии резкого спазма этого сосудистого бассейна.

При холодной пробе, как в случаях без четкого изменения амплитуды пальцевой РВГ, так и в случаях с его снижением, отмечалось



полное и длительное отсутствие пульсовой волны, в то время как РВГ стопы чаще и быстрее возвращалась к исходной форме.

У части больных (III и IV стадии) изучить действие холодового фактора на кровообращение пальцев было невозможным, так как исходная РВГ была представлена прямой линией.

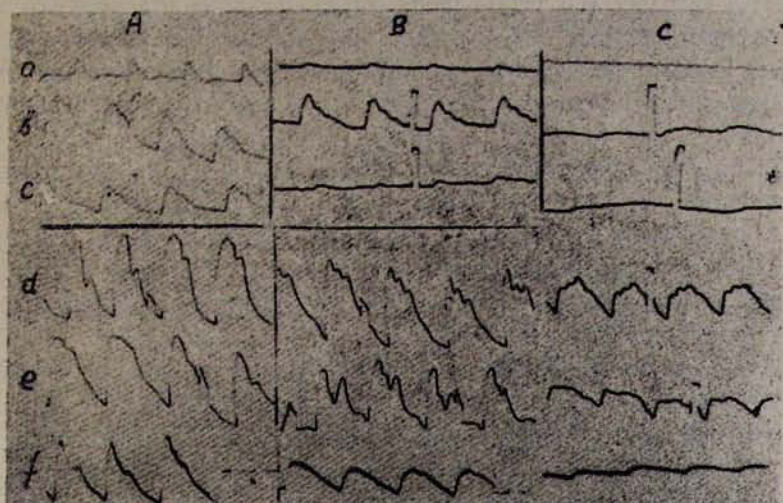


Рис. 1. Электрическая осциллография стопы (а), реограммы: стопы (в), большого пальца стопы (с), среднего пальца кисти (d), ногтевой фаланги (е) и фотозлектроплетизмограмма (f) в норме (А), у больных со II (В) и III—IV стадиями (С) ишемии.

Вышеуказанное доказывает выраженную недостаточность кровотока в мелких артериях пальцев нижних конечностей при еще хорошо развитом коллатеральном кровоснабжении даже на уровне стопы.

Это доказывалось и морфологическими исследованиями мелких артерий ампутированных конечностей. Микроструктурные изменения в артериях сводились к необратимым липосклеротическим изменениям с облитерацией их просвета, тромбозу. Аналогичные необратимые изменения были обнаружены также и в гемодинамических устройствах микроциркуляторного русла. Последние проявлялись стазом, агрегацией форменных элементов, микротромбозом, локальным спазмом в артериолярном звене, резким расширением, плазменным пропитыванием, разрывами стенок венул, с множественными очагами геморрагий, образованием крупных «озер» кровоизлияний, отеком в периваскулярных пространствах.

Перечисленные изменения с множественными извитостями микрососудов, неровностями их контуров, в конечном итоге ведут к окончательной дезадаптации и дезорганизации системы микроциркуляции. Следует отметить, что компенсаторно-приспособительные изменения в ближайших участках, выражающиеся в раскрытии артериоло-венулярных шунтов, оказываются недостаточными, чтобы компенсировать



в какой-то степени столь глубоко зашедшие и необратимые изменения нарушенного кровообращения.

Исследования кровообращения пальцев здоровых верхних конечностей производили всем обследуемым больным, независимо от того, имели место или нет субъективные ощущения и клинические признаки поражения.

Часть больных (со II стадией) никаких жалоб на верхние конечности не предъявляли. Тем не менее при пальцевой и ногтевой РВГ отмечались изменения, характерные для спастического состояния сосудов без выраженных признаков снижения  $R_i$ . В этих случаях незначительное изменение претерпевала и ФЭПГ (рис. 1 В d, e, f).

Большая же часть больных, в особенности с III, IV стадиями ишемии отмечали похолодание, онеменение, зябкость, быстрое утомление кисти. В этих случаях, помимо деформации кривой, мы обнаруживали изменения и количественных параметров, удлинение ана- и катакроты, снижение амплитуды реографической волны, особенно ярко выраженные на ногтевой РВГ (рис. 1 С е).

Изменения ногтевой РВГ полностью соответствовали ФЭПГ данным. Амплитуда последней также была резко снижена, с медленным подъемом анакроты, закругленной и уплощенной верхушкой, без дикротической волны (Рис. 1 С, f). В особо тяжелых случаях (наличии язвенно-трофических изменений в тканях пальцев верхних конечностей) регистрировались ФЭПГ в виде хаотической кривой или прямой линии. При холодовой пробе в норме амплитуда ФЭПГ снижалась в 1,5—2 раза без особой деформации кривой с быстрым возвратом к исходу. У больных же действие холодового раздражителя вызывало резкое снижение амплитуды кривой (в 2,5—3,5 раза) с ее деформацией в виде уплощения верхушки и уширения основания. После прекращения действия холода амплитуда кривой имела тенденцию к повышению, но полное ее восстановление затягивалось до 5,10 и более мин.

Таким образом, можно сделать заключение о том, что при периферическом атеросклерозе имеет место раннее и глубокое расстройство кровообращения в мелких сосудах конечностей, нарастающее при прогрессировании заболевания. Причиной этого являются как функциональные, так и органические изменения мелких артерий.

НИИ клинической и экспериментальной медицины

МЗ Азерб. ССР

Поступила 22/V 1983 г.

Ե. Մ. ՌԶԱԵՎ, Դ. Դ. ԶԱՔԻՐԶԱԵՎ, Լ. Գ. ՄԱՄԿԻՐԵՎՈՎԱ, Տ. Գ. ԱԽՎԵՐԴԻԵՎԱ,  
Ա. Ա. ԲԱԳԻՐ-ԶԱԴԵ

ԽՏԱՆՈՂ ԱԹԵՐՍԿԼԵՐՈԶԻ ԺԱՄԱՆԱԿ ՎԵՐՋՈՒՅԹՆԵՐԻ ՄԱՆՐ ԱՆՈՒՆԵՐԻ  
ՖՈՒՆԿՑԻՈՆԱԿ ԵՎ ԶԵՎԱԲԱՆԱԿԱՆ ԱՐՈՇ ՓՈՓՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո մ

Վերլուծվելի դիտալ բաժինների (ժամներ, եղնզալին ֆալանգ) արյան շրջանառության ուսումնասիրման ժամանակ հաստատվել է, որ պերիֆերիկ աթերոսկլերոզի ժամանակ վերլուծվելի մանր զարկերակներում առաջանում են արյան շրջանառության վաղ և խորը փոփոխություններ:



N. M. Rzayev, D. D. Zakirdjajev, L. G. Mamedbekova,  
T. G. Akhverdieva, A. A. Bagir-Zade

## Some Functional and Morphologic Changes of Small Vessels of Extremities in Obliterative Atherosclerosis

### S u m m a r y

In investigation of the circulation of the distal parts of extremities (fingers, unguis phalanx) in resting condition and in case of the cold load test it has been established early and deep disturbance of the circulation in small arteries of extremities in peripheral atherosclerosis.

УДК 616.13.001.57

В. Н. ВАВИЛОВ, В. В. ШЛОМИН, Б. Г. БЕРШАДСКИЙ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АРТЕРИАЛЬНОГО СТЕНОЗА

Несмотря на обширную литературу по гидродинамике кровообращения [1—3], работ, посвященных исследованию артериальных стенозов, относительно немного. Трудности, возникающие при теоретическом исследовании пульсирующего потока жидкости через стеноз в упругой трубке, заставляют обратиться к моделям прямого подобия. Отдельные аспекты функционирования стенозов, рассмотренные в работах [5—8], не позволяют оценить относительную роль факторов, определяющих поток через стеноз. В этой связи предпринята попытка изучить зависимость потока через стеноз от вязкости жидкости, давления выше и гидравлического сопротивления ниже стеноза.

*Материал и методы.* Модель артериального стеноза представляла собой трубку из силиконовой резины длиной 230 мм, внутренним диаметром 4,5 мм и толщиной стенки 1,2 мм и устройства, позволяющего дозированно изменять ее просвет длины на протяжении 5 мм. Насосом постоянной производительности (частота 100 уд/мин) через трубку прогонялась смесь физиологического раствора с глицерином относительной вязкостью 4—6. Регистрировали давление выше и ниже стеноза и объемную скорость потока. Изменение среднего давления в стенозе производили с помощью регулируемого сопротивления, расположенного на выходе системы.

Гидродинамические характеристики стеноза описывали уравнением

$$Q = \beta (\Delta P)^{\alpha} \text{ или } \lg Q = \alpha \lg (\Delta P) + \lg \beta \quad (1),$$

где  $\Delta P$ —перепад давления на стенозе, возникающий при скорости потока  $Q$ ;  $\beta$ —размерный коэффициент;  $\alpha$ —безразмерный параметр модели, характеризующий нелинейность гидродинамической характери-