

Министерство высшего и среднего специального образования
Р С Ф С Р

Горьковский ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский радиофизический институт (НИРФИ)

П р е п р и н т № 226

РАДИОТЕРМОМЕТРИЯ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В ДИАГНОСТИКЕ
ОБЛИТЕРИРУЮЩЕГО АТЕРОСКЛЕРОЗА АОРТЫ
И АРТЕРИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Макаров Н.А.

Рахлин В.Л.

Горький 1987

Макаров Н.А., Рахлин В.Л.

РАДИОТЕРМОМЕТРИЯ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В ДИАГНОСТИКЕ
ОБЛИТЕРИРУЮЩЕГО АТЕРОСКЛЕРОЗА АОРТЫ И АРТЕРИЙ
НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ. Горький, Препринт № 226/НИРФИ,
1986. — 51с.

УДК 538.56 : 61

В работе кратко рассказывается о первых применениях радиотермометрии в медицине, описывается модуляционный радиотермометр тридцатисантиметрового диапазона, разработанный в НИРФИ, и приводятся результаты его применения в диагностике и лечении облитерирующего атеросклероза аорты и магистральных артерий. Показано преимущество метода радиотермометрии по сравнению с другими, применявшимися ранее, в частности тепловидением, при хирургическом лечении сосудистых заболеваний конечностей.

1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ

Радиотермометрия – измерение температуры внутренних органов человека неинвазивным, бескровным методом по собственному радиоизлучению этих органов – возникла на стыке двух наук: радиоастрономии и медицины. Хорошо известно, что все тела, температура которых выше абсолютного нуля, излучают электромагнитные волны всех частот, так называемый "шумовой спектр". Спектральная плотность потока этого излучения определяется законом Планка:

$$W(\nu, T) = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \frac{h\nu}{\exp(h\nu/kT) - 1} \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{Гц}} \right], \quad (1)$$

где $h = 6,624 \cdot 10^{-34}$ Дж.с – постоянная Планка, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость распространения электромагнитных волн, $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/град – постоянная Больцмана, T – абсолютная температура в градусах К, ν – частота в герцах и в радиодиапазоне для не слишком низких температур строго пропорциональна температуре (формула Рэлея-Джинса):

$$W(\nu, T) = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} kT = \frac{2\pi k}{\lambda^2} T \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{Гц}} \right]. \quad (2)$$

Как раз это было использовано Троицким и его сотрудниками для так называемого "зондирования Луны" в 1967 году /1-4/. Применяя разные длины волн сантиметрового и дециметрового диапазонов удалось измерить температуру лунного грунта на разных глубинах - от сантиметров до метров (чем длиннее волна, тем с большей глубины несет она информацию) и определить структуру и материал лунного грунта, что полностью подтвердилось исследованиями непосредственно на Луне. От зондирования Луны и определения температуры ее недр до неинвазивного зондирования человека и определения температуры его органов - один шаг. Неслучайно, поэтому, что медицинской радиотермометрией первыми занялись радиоастрономы.

Локальные измерения температуры внутренних органов человека открывают новые возможности в диагностике заболеваний. Хотя о болезни человека, как правило, судят по общей температуре его тела, встречаются такие недуги, при которых заболевает какой-то внутренний орган, его температура повышена, а ректальная температура и температура в подмышечной впадине нормальны. Так, например, злокачественные новообразования внутри организма имеют температуру на 1-2 градуса выше температуры окружающих тканей и не вызывают повышения общей температуры человека.

Радиоизлучение человека наблюдалось радиоастрономами очень давно, еще на заре развития астрономии. Но тогда это зачастую объяснялось "паразитными" эффектами аппаратуры. При поднесении руки к открытому волноводному входу радиометра вместе с полезным сигналом наблюдался ложный связанный с модуляцией шумов входа приемника. Первый эксперимент по выявлению радиоизлучения человека был выполнен в Швеции в 1972 году. Для эксперимента использовался радиометр 30-сантиметрового диапазона и контактная антенна, которая прилагается к коже над областью желудка. Затем пациент выпивает стакан прохладной воды. Радиометр при этом тут-же фиксирует снижение интенсивности радиоизлучения, вызванное охлаждением желудка. Этот эксперимент доказывает, что на всле 30 см радиоизлучение действительно идет изнутри тела с некоторой определенной глубины.

Впервые для медицинской диагностики радиотермометрию применили радиоастрономы Баррет и Майер /5/ из Массачусетского Технологического института в 1975 году. В 1977 году они же совместно с медиком Садовским Н.Л. опубликовали свою работу, в которой описывали исследования возможности раннего обнаружения рака молочной

железы у женщин с помощью микроволнового радиометра /6/. Задача, которую они решали, упрощалась тем, что исследовались "парные органы", т.е. одинаковые симметричные области. Это позволяло ограничиваться относительными измерениями разности температур. В измерениях использовался радиометр 10-сантиметрового диапазона и контактная волноводная антенна, которые позволяли сравнивать радиоизлучение внутри левой и правой желез. В ту пору еще не было возможности точного определения абсолютного значения температуры радиоизлучения в каждом месте измерения - ошибки и неточности абсолютных измерений температуры были весьма велики.

Почти одновременно с американцами, может немного позже, применением радиометрии в медицине начали заниматься во Франции и у нас в Горьком. Сначала в НИРФИ - на сантиметровых и дециметровых волнах /7-9/, потом, через пару лет, в ИПФ АН СССР. С 1981 года этим же начали заниматься в Москве в Институте Радиотехники и Электроники АН СССР /10/.

На рис.1 приведены графики по работе Джонсона и Гая /11/, показывающие на какую глубину проникает радиоизлучение в живую ткань на различных длинах волн. В соответствии с законом Кирхгофа из этих же глубин идет излучение на указанных волнах. Для измерения радиоизлучения столба ткани определенной глубины, необходимо применять радиометр определенного диапазона радиоволн.

В Горьком были разработаны методы и поставлены опыты по измерению распределения температуры в глубину живой ткани на животных и человеке. По формуле, предложенной В.С.Троицким, можно вычислить температуру на любой глубине живой ткани, если известно два значения температуры, измеренных на двух разных длинах волн или на одной волне и по температуре кожи в данной области. В работе /12/ описано исследование глубинной температуры мозга человека во время вентрикулографии (при вскрытии черепной коробки). В глубину мозга вводилась игла с датчиком электротермометра. Радиометром на волне 32 см измерялась глубинная температура и другим электротермометром измерялась кожная температура. На рис. 2, взятом из /12/ штриховой линией показан температурный профиль мозга, рассчитанный по формуле В.С.Троицкого, а точки дают температуру, измеренную независимо электротермометром на разных глубинах.

Для обеспечения измерения с погрешностью не более $\pm 0,1$ К необходимо два условия: первое - калибровка радиотермометра перед

Зависимость глубины проникновения радиоволн в живых тканях от длины волны по Джонсону и Гаю

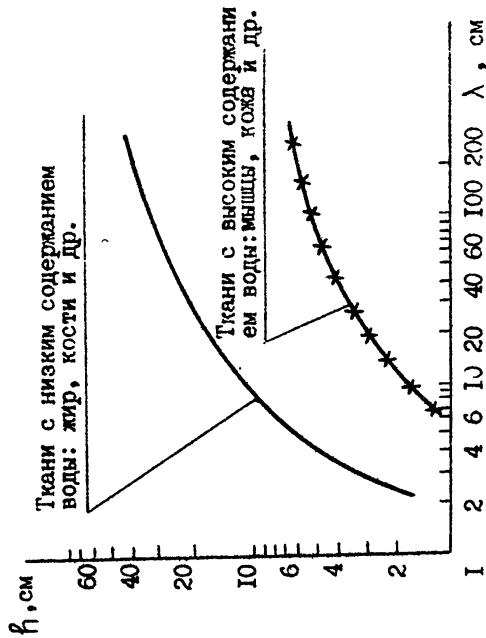
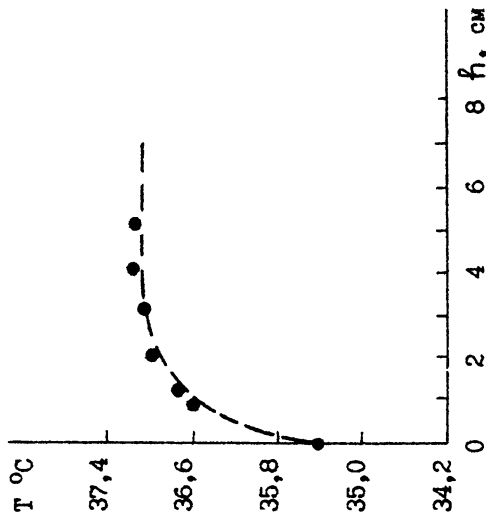


Рис. 1

Внутричерепная температура
большого К



••••• данные прямого измерения температуры электро-термометром во время венстрикулографии,

----- восстановленный профиль по кожной температуре $35,4^{\circ}\text{C}$ и радиотемпературе на $\lambda = 30$ см, $T_{\text{я}} = 36,6^{\circ}$

Рис. 2

измерением по тепловому эталону радиоизлучения и второе - контактная антенна должна быть хорошо согласована с телом человека, т.к. в противном случае измеряемый сигнал будет частично отражаться ею $T_{и} = T_{х} (1 - \Gamma^2)$. На рис. 3 показано несколько образцов контактных антенн, разработанных в НИРФИ /13/. В качестве эталонов теплового радиоизлучения используется вода или физиологический раствор, обладающие электрическими параметрами, близкими к параметрам живых

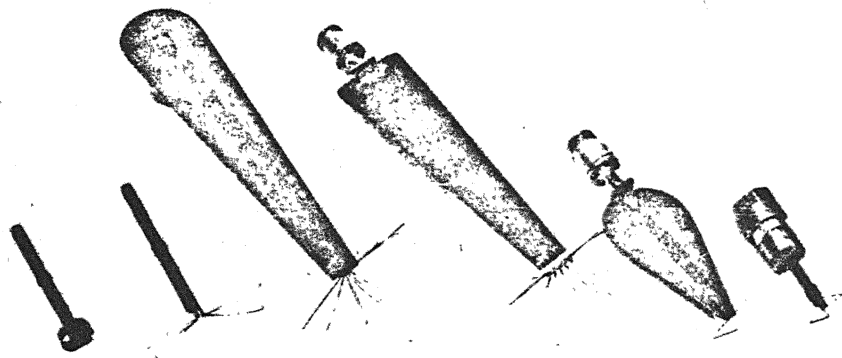


Рис. 3

тканей /14/. Мы используем два термостатированных сосуда (типа кастрюль или ведер) с водой, имеющей температуру 33 и 38 градусов Цельсия. Контактная антенна прикладывается к воде через тончайшую лавсановую пленку. Выход радиометра дает два уровня излучения, соответствующие температурам эталонов. Затем антенна ставится на тело человека, в интересующей области, и по выходу радиометра определяют температуру глубинных тканей.

Особо следует сказать о методах достижения необходимой точности измерения. Дело в том, что различные участки тела человека имеют несколько отличающиеся диэлектрические и электрические параметры. Поэтому антенна, согласованная в одной области тела, может оказаться рассогласованной в другой области. А это, как было сказано раньше, внесет погрешность измерения. Американцы предложили для устранения ошибок измерения в каждой точке тела подстраивать антенну. Это

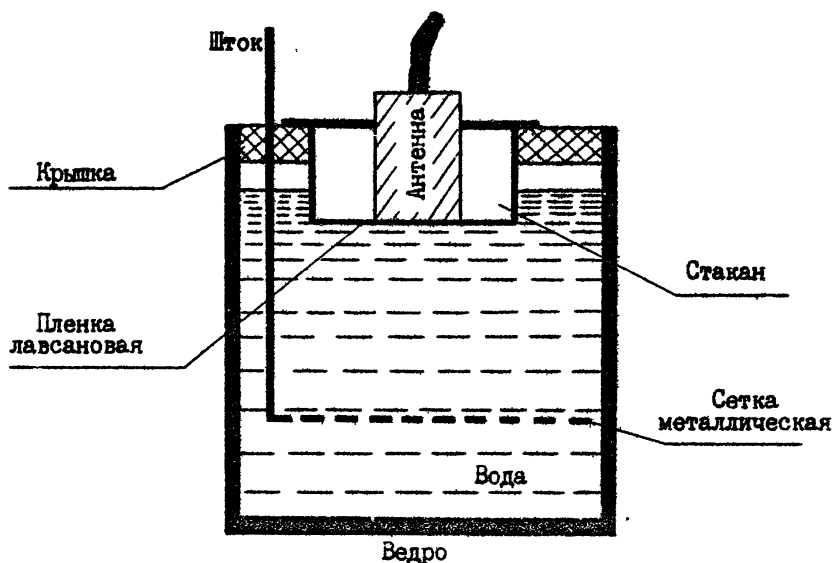


Рис. 4

очень трудоемкая операция и усложняет антенны. Мы одно время подстраивали эталоны излучения под такой же коэффициент отражения как у тела. На рис. 4 показано устройство такого эталона. Поднимая или опуская сетку, можно изменять коэффициент отражения от нуля до единицы. Однако это тоже очень трудоемкая операция, требующая много времени.

Кардинальное решение этой проблемы дал Троицкий /14/. В своей работе он предложил устранять ошибки, вызванные рассогласованием антенны с телом за счет установления термодинамического равновесия системы тело человека - антенна, радиометр. На рис. 5 показано, что при приблизительном равенстве температуры антенны и тела человека ошибка из-за неполного согласования антенны устраняется. Для достижения термодинамического равновесия требуется подогревать и термостатировать как антенну, так и радиометр. Этим методом сейчас широко пользуются /15/. Спустя год, Рахлиным /16/ был предложен метод "квазитермодинамического равновесия", отличающийся от метода Троицкого тем, что вместо подогрева материала антенны производится "поддумливание" антенны специальным генератором шумового спектра частот требуемого диапазона. Подбирается такое значение мощности этого генератора, чтобы совокупный шумовой сигнал антенны имел

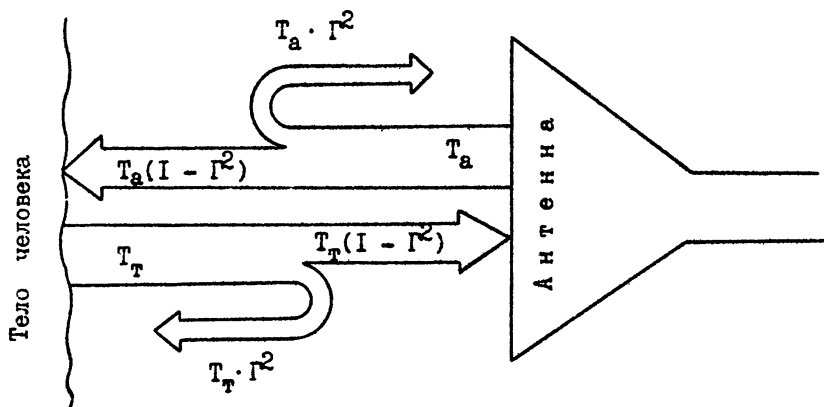
температуру, близкую к измеряемой температуре тела. При этом ошибка измерения из-за неполного рассогласования антенны с телом не превышает $\pm 0,04$ градуса. Метод регулируемого поддумливания антенны находит все большее и большее распространение, т.к. позволяет создать балансный (нулевой) радиометр, в котором ошибку измерения из-за некоторого согласования антенны с телом можно полностью исключить /16, 17/.

Как следует из работы /11/ и рис. 1, для измерения температуры мышц конечностей на глубине до 4-5 см, что необходимо при диагностике облитерирующего атеросклероза, нужно применить радиоволны длиной 30-60 см. На этих волнах, согласно выражению /2/, спектральная плотность излучения составляет около 10^{-23} Вт/м².Гц, что в десятки тысяч раз меньше спектральной плотности собственных шумов входа приемника. В связи с этим приходится применять специальные методы приема. Наибольшее распространение получил модуляционный метод приема. В радиодиапазоне на волне 10 см модуляционный радиометр построил в 1946 г. Дике /18/ (США), в 1948 г. в Горьком Берштейн /19/, а в метровом диапазоне в 1949 г. Троицкий /20/.

Принцип работы модуляционного радиометра, описанный в ряде работ (см., например, /21-27/), заключается в том, что на входе СВЧ приемника принимаемый сигнал периодически отключается с низкой частотой, т.е. "модулируется", и, далее, после СВЧ детектирования усиливается на частоте модуляции. Этим удастся значительно увеличить отношение принимаемого сигнала к собственным шумам приемника. Вторичное детектирование по тракту приемника переводит низкочастотный сигнал в напряжение постоянного тока, которое можно еще более очистить от шумов за счет накопления в течение нескольких секунд. В итоге практически возможно отчетливо принять исследуемый сигнал на фоне собственных шумов аппаратуры, превышающих сигнал в десятки и сотни тысяч раз.

Радиометр, с которым мы работали, имеет структурную схему, показанную на рис.6.

Назначение ПШ1, как уже говорилось выше, поднять шумовую температуру антенны до значения 308 К (т.е. до 35 С) и, тем самым, снизить ошибку измерения, вызванную неполным согласованием антенны с телом человека, до величины не более $\pm 0,04$ К. Генератор шума ПШ2 служит для дополнительного диагностического обследования - определения отражательной способности тканей. При измерениях тем-



$$T_x = T_T(1 - \Gamma^2) + T_a \cdot \Gamma^2 \text{ при } T_a \approx T_T, T_x \approx T_T$$

Рис. 5

пературы тканей этот генератор шума не включается. Отражательная способность тканей, так называемый коэффициент отражения сигнала по мощности, вычисляется при включенном ПИЗ отношением $\Gamma^2 = \alpha_T / \alpha_n$, где α_T - показание выходного прибора (самописца), когда антенна установлена на теле пациента, а α_n - когда антенна направлена в пространство. Генератор шума ПИЗ включен всегда и служит для начальной балансировки входа радиометра. Модулятор отражательного типа выполнен на полосковой линии [28]. Циркуляторы служат для развязки входных цепей и устранения паразитных сигналов. Весь усилительный тракт прибора собран на полупроводниковых элементах, транзисторах и микросхемах. Вся схема термостатирована на уровне $303 \pm 0,1$ К. Питание радиометра от сети 220 ± 22 вольт, 50 герц. В схеме питания применена жесткая стабилизация напряжения, исключающая ошибки измерения из-за нестабильности питающей сети. Параметры нашего радиометра, которым мы пользовались при измерении глубинной температуры тканей, следующие: средняя частота принимаемого сигнала 1 ГГц, энергетическая полоса пропускания по высокой частоте до квадратичного детектора 100 МГц, флуктуационный порог чувствительности при постоянной времени интегрирующей цепи (фильтр постоянного тока), равной четырем секундам, не более 0,05 К.С учетом ошибки измерения за счет неполного согласования антенны неточ-

ности установки температуры эталнов теплового радиационного излучения ($\pm 0,05$ К) среднеквадратичная ошибка измерения составит не более $\delta T = \sqrt{0,05^2 + 0,05^2 + 0,05^2 + 0,04^2} = 0,095$ К.

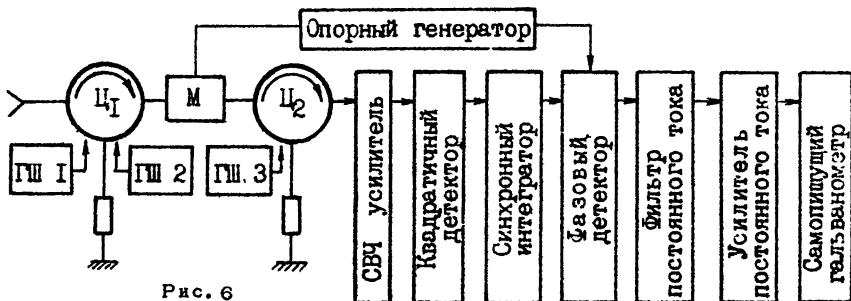


Рис. 6

Процесс измерения глубинной температуры заключается в следующем. Вначале производится калибровка радиометра. Для этого антенна ставится поочередно на эталоны теплового радиационного излучения, имеющие, в нашем случае, температуры $T_{э1}$ и $T_{э2}$ и записываются, соответственно, выходы прибора $\alpha_{э1}$ и $\alpha_{э2}$. Затем антенна становится на ту область тела, где требуется измерить глубинную температуру и записывается выход прибора α_T . Тогда искомая температура определяется выражением

$$T_x = T_{э1} + (T_{э2} - T_{э1}) \frac{\alpha_T - \alpha_{э1}}{\alpha_{э2} - \alpha_{э1}} = 33,5 \frac{\alpha_T + \alpha_{э1}}{\alpha_{э2} + \alpha_{э1}}$$

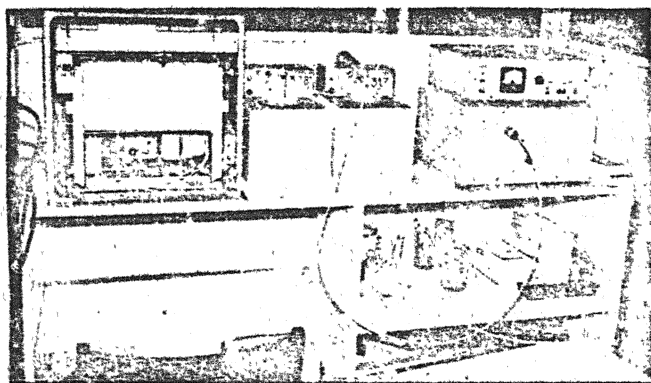


Рис. 7

Внешний вид установки показан на рис. 7. Очень интересным и показательным в диагностике является температурная реакция глубинных тканей на медикаментозные и физиотерапевтические воздействия. Если тепловидение, использующее инфракрасное излучение, дает информацию лишь о температуре эпидермиса для изменения температуры которого в зависимости от изменения глубинной температуры тканей требуется длительное время, то радиотермометрия дает мгновенную информацию. Так, например, установлено, что прием нитроглицерина или никотиновой кислоты, вследствие увеличения кровотока, сразу же сказывается на повышении глубинной температуры, а воздействие лечебной дозой ультразвука, из-за снижения процесса метаболизма, вызывает понижение температуры глубинных тканей в озвученной области /29/. Выявление мгновенной реакции глубинных тканей на различные воздействия особенно ценно при диагностике облитерирующих заболеваний.

2. ДАННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Радиометрические исследования выполнены у 50 практически здоровых людей, средний возраст которых около 24 лет и 200 больных с облитерирующим атеросклерозом аорты и магистральных артерий П-б, Ш, IV ст. Х.А.Н. до и они же после коррекции артериального кровотока (осмотрено в общей сложности 450 человек).

Степени хронической артериальной недостаточности /30/:

I - перемежающаяся хромота в пределах I км,

II-a - перемежающаяся хромота свыше 250 м,

III - перемежающаяся хромота менее 25 м,

IV - язвенно-некротические процессы дистальных отделов конечностей.

С окклюзиями аорто-бедренного сегмента и Х.А.Н. II-б было 35 больных, III - 65, IV - 20. С поражением бедренно-подколенного сегмента и Х.А.Н. II-б ст. - 30, III - 30, IV - 20.

В связи с открывшейся возможностью измерения глубинных температур тела человека, представляют, в частности, большой интерес исследования глубинной температурной реакции нижних конечностей здоровых и больных людей на физические и медикаментозные нагрузки /31/. В качестве физической нагрузки мы применили 30 приседаний для здоровых и 20 движений в коленном суставе для больных (кроме больных с IV Х.А.Н. ввиду того, что малейшая физическая нагрузка у больных данной группы вызывает резкое усиление болевого синдрома в ишемизи-

рованных конечностях). В качестве медикаментозной нагрузки мы применяли общепринятую в хирургии сосудов нитроглицериновую пробу. Это нами определено как метод функциональной радиотермометрии.

С целью снижения влияния уровня внешних индустриальных помех исследования выполнялись в специально оборудованном экранированном помещении при температуре 20-22°C, после адаптации в течение 10 минут.

Измерение глубинной температуры производилось в шести симметричных точках нижних конечностей. Выбор именно этих точек мы обосновывали следующим образом: первая точка - наружный квадрант ягодицы - система внутренней подвздошной артерии. Кроме того, мы считали ее базовой точкой, т.е. брали за основу. Вторая точка - средняя треть бедра - система глубокой артерии бедра, третья - подколенная область, ключевая область нижних конечностей в силу коллатеральных связей глубокой артерии бедра с подколенной, четвертая - область икрожных мышц (как наиболее уязвимый участок), учитывая, что именно здесь наиболее часто возникает нагрузочная ишемия, пятая точка - нижняя треть голени, зона, где перфузионное давление наиболее низкое, шестая - подошвенная поверхность стопы, как самая дистальная область нижних конечностей. В силу недостаточной разрешающей способности антенны-апликатора (размер 4x3 см), на пальцах глубинную температуру измерить не представилось возможным.

Исследование начинали с определения глубинной температуры в состоянии покоя в положении больного на животе. Измерения выполнялись в симметричных точках контрлатеральных конечностей, начиная с области наружного квадранта ягодицы, в дистальном направлении. После этого давалась физическая нагрузка (20-25 движения в коленном суставе), по окончании которой измерение начинали с подошвенных поверхностей стопы в проксимальном направлении (пока не наступила адаптация к физической нагрузке, особенно дистальных отделов конечностей). Далее, больной принимал одну таблетку нитроглицерина, а через 2-3 минуты после приема выполняли измерение в дистальном направлении. Весь цикл измерения глубинной температуры в шести симметричных точках занимал 12-15 минут.

Наряду с радиотермометрией больным проводились электротермометрия (Т.Н.Э.М.-I) и тепловизионные исследования (Рубин-2). Следует отметить, что, не получив отклика поверхностной температуры на физическую нагрузку и нитроглицерин, в дальнейшем электротермо-

метрии не производилась, а тепловидение выполнялось только в состоянии покоя.

2.1. ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ

Данные измерения глубинной и кожной температуры у 50 практически здоровых лиц в состоянии покоя представлены в табл. I. (Доверительная вероятность 0,99).

Таблица I.

Области исследования	Глубинная температура, °C		Кожная температура, °C		Разница между глубинной и кожной температурой, °C	
	справа	слева	справа	слева	справа	слева
Наружный квадрат ягодицы	34,0 \pm 0,2	33,7 \pm 0,3	31,2 \pm 0,5	30,9 \pm 0,5	2,8	2,8
Средняя треть бедра	34,7 \pm 0,3	34,5 \pm 0,3	30,9 \pm 0,5	30,9 \pm 0,4	3,8	3,6
Подколенная область	34,4 \pm 0,3	34,4 \pm 0,3	30,9 \pm 1,0	30,9 \pm 0,7	3,5	3,5
Икроножные мышцы	34,4 \pm 0,3	34,3 \pm 0,3	30,6 \pm 0,3	30,7 \pm 0,3	3,8	3,6
Нижняя треть голени	33,2 \pm 0,3	33,3 \pm 0,3	30,1 \pm 0,4	30,3 \pm 0,3	3,1	3,0
Подопшвенная поверхность	31,8 \pm 0,4	31,7 \pm 0,3	29,6 \pm 0,8	30,0 \pm 0,3	2,2	1,7
					3,2	3,0

Основное внимание уделялось термоасимметрии и определению величины перепада температуры от бедра к стопе, т.е. осевому температурному градиенту, как разнице температуры между соседними точками или сегментами.

Как следует из табл. I, известный физиологии краниокаудальный градиент кожной температуры, проявляющийся в ее неравномерном распределении на теле, а именно, в снижении в дистальном направ -

лении, является характерным и для нашей группы.

Начиная с области средней трети бедра в дистальном направлении, он оказался характерным и для глубинной температуры. Наружный же квадрант ягодицы оказался холоднее нижележащей области на $0,5-0,8^{\circ}\text{C}$. Термоасимметрия контрлатеральных конечностей оказалась очень незначительной ($0,1^{\circ}\text{C}$). Снижаясь равномерно до уровня икроножных мышц, дистальные отделы имеют более высокий перепад ($1,0 - 1,6^{\circ}\text{C}$) между икроножными мышцами и нижней третью голени, между нижней третью голени и подошвенной поверхностью.

При сопоставлении величин глубинной и кожной температур конечностей установлено, что разница между ними составила в среднем $3,0^{\circ}\text{C}$ (рис.8).

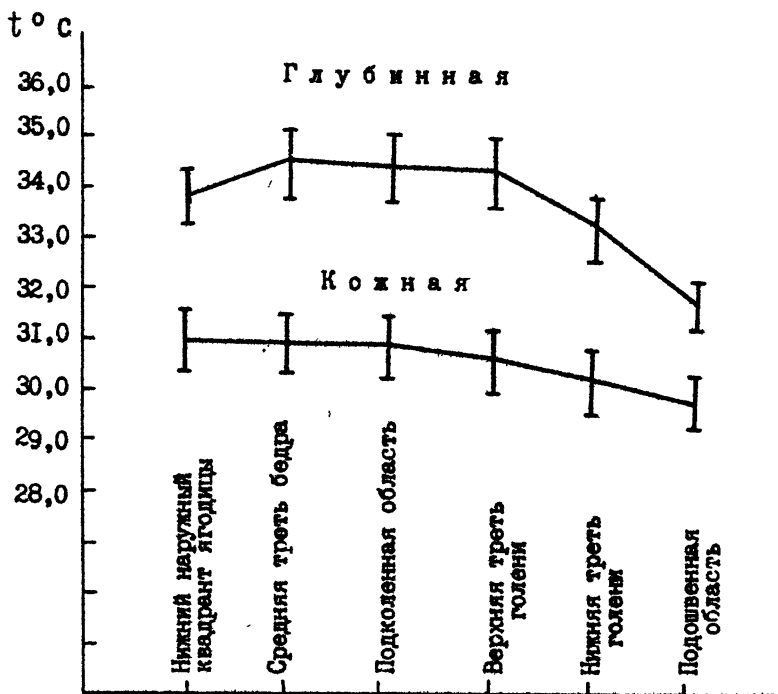


Рис. 8

Таблица 2

Область: исследования:	Состояние покоя		Физическая нагрузка		Нитроглицерин	
	: прав. : град:	лев. : град:	прав. : град:	лев. : град:	прав. : град:	лев. : град:
Наружный квадрант ягодичи	34,0±0,2	- 33,7±0,3	- 34,4±0,2	- 34,0±0,3	- 34,5±0,3	- 34,1±0,3
Средняя треть бедра	34,7±0,3	+0,7 34,5±0,3	+0,8 34,8±0,2	+0,4 34,8±0,3	+0,8 34,8±0,2	-0,3 34,8±0,3
Подколенная область	34,4±0,3	-0,3 34,4±0,3	-0,1 34,6±0,2	-0,2 34,5±0,2	-0,3 34,6±0,3	-0,2 34,5±0,3
Икроножные мышцы	34,4±0,3	0,0 34,3±0,3	-0,1 34,4±0,3	-0,2 34,3±0,3	-0,2 34,5±0,3	-0,1 34,4±0,3
Нижняя часть голени	33,2±0,3	-1,2 33,3±0,3	-1,0 33,2±0,3	-1,2 33,0±0,3	-1,3 33,2±0,2	-1,3 33,3±0,3
Подолвенная часть верхности	31,8±0,4	-1,4 31,7±0,3	-1,6 31,6±0,4	-1,6 31,7±0,3	-1,3 31,8±0,3	-1,4 31,8±0,3

Глубинная температура 50 здоровых лиц после физической нагрузки и нитроглицерина представлена в табл. 2. (Доверительная вероятность 0,99).

При анализе термотопографии при физической нагрузке обращает внимание увеличение температуры в проксимальных отделах до $0,3-0,4^{\circ}\text{C}$ и отсутствие температурного отклика (или очень незначительный) в дистальных отделах. Температурный градиент между областью икрожных мышц и подошвенной поверхностью стоп еще больше увеличивается.

При анализе термотопографии на фоне приема нитроглицерина прослеживается равномерное увеличение температуры во всех исследуемых точках в пределах $0,1^{\circ}\text{C}$.

После установления определенной зависимости глубинной температуры от физических и клинических факторов нами проведены обследования больных с облитерирующим атеросклерозом аорты и магистральных артерий нижних конечностей до операции и после коррекции артериального кровотока.

2.2. ГЛУБИНАЯ ТЕМПЕРАТУРА У БОЛЬНЫХ С ПОРАЖЕНИЕМ АОРТО-БЕДРЕННОГО СЕГ- МЕНТА И Х.А.Н. Пб ст.

Выполнено измерение глубинной температуры у 35 больных с облитерирующим атеросклерозом аорто-бедренного сегмента и Х.А.Н. Пб ст., из них 15 с двухсторонним процессом, 10 - с правосторонним и 10 - левосторонним. Данные измерения представлены в табл. 3. (Доверительная вероятность 0,99).

Глубинная температура у больных с Пб ст. Х.А.Н. нижних конечностей характеризуется более низким уровнем по сравнению с группой здоровых лиц. Температура распределена равномерно, снижаясь в дистально: направлении. Наружный квадрант ягодицы холоднее средней трети бедра на $0,8-0,9^{\circ}\text{C}$, что следует объяснить нарушением кровотока по системе внутренней подвздошной артерии. Осевой температурный градиент незначительный до уровня икрожных мышц. С данного сегмента градиент увеличивается по сравнению с вышележащим на $0,9-1,2^{\circ}\text{C}$, а между нижней третью голени и подошвенной поверхностью он достигает $1,3-1,7^{\circ}\text{C}$. Термоасимметрия между средней третью бедра и подошвенной поверхностью достигает $3,1-3,4^{\circ}\text{C}$. Контрлатеральный температурный градиент $0,1-0,3^{\circ}\text{C}$.

Таблица 3

Область исследования :	Состояние покоя :		Физическая нагрузка :		Нитроглицерин :	
	прав. : град.	лев. : град.	прав. : град.	лев. : град.	прав. : град.	лев. : град.
Наружный квадрант ягодицы	33,6 \pm 0,4	- 33,5 \pm 0,4	- 34,0 \pm 0,5	- 34,0 \pm 0,4	- 34,1 \pm 0,5	- 33,9 \pm 0,4
Средняя треть бедра	34,5 \pm 0,3	+0,9 34,3 \pm 0,3	+0,8 34,7 \pm 0,3	+0,7 34,6 \pm 0,3	+0,6 34,6 \pm 0,4	+0,5 34,7 \pm 0,3
Подколенная область	34,1 \pm 0,3	-0,4 34,2 \pm 0,3	-0,1 34,1 \pm 0,4	-0,6 34,1 \pm 0,4	-0,5 34,1 \pm 0,4	-0,5 34,3 \pm 0,4
Икроножные мышцы	33,9 \pm 0,4	-0,2 33,9 \pm 0,4	-0,3 33,8 \pm 0,4	-0,3 33,6 \pm 0,4	-0,5 33,8 \pm 0,4	-0,3 33,8 \pm 0,4
Нижняя треть голени	32,7 \pm 0,6	-1,2 33,0 \pm 0,6	-0,9 32,6 \pm 0,6	-0,8 32,7 \pm 0,6	-0,9 32,6 \pm 0,6	-1,2 32,9 \pm 0,6
Подоплечная поверхность	31,4 \pm 0,8	-1,3 31,3 \pm 0,6	-1,7 31,1 \pm 0,7	-1,5 31,0 \pm 0,6	-1,7 31,1 \pm 0,8	-1,5 31,2 \pm 0,7

Физическая нагрузка довольно значительно ($0,4-0,5^{\circ}\text{C}$) увеличивает глубинную температуру в проксимальных отделах (наружный квадрант ягодицы и средняя треть бедра). Граница температурной стабильности — подколенная область. Ниже подколенного сегмента температура понижается на $0,1-0,3^{\circ}\text{C}$. Температурный градиент незначительный по всей конечности, за исключением дистальных отделов. Здесь он повышается до $1,5-1,7^{\circ}\text{C}$, что свидетельствует об ухудшении кровоснабжения на периферии. Контрлатеральный градиент остается в пределах $0,1-0,2^{\circ}\text{C}$. Термоасимметрия между средней третью бедра и подошвенной поверхностью увеличивается до $3,6^{\circ}\text{C}$.

Нитроглицерин повышает глубинную температуру значительно ($0,1^{\circ}\text{C}$) и на протяжении всей конечности. Более выраженное действие его слева. Осевой температурный и контрлатеральный градиенты сохраняются на тех же цифрах, не изменяясь и в дистальных отделах ($1,5-1,7^{\circ}\text{C}$).

Таким образом, глубинная температура у больных с поражением аорто-бедренного сегмента и Х.А.Н. П-б ст. свидетельствует об имеющихся в какой-то степени функциональной возможности коллатералей и микроциркуляторного русла, следствием чего является адекватная реакция сосудистой системы и тканей конечностей на функциональные пробы.

Коррекция артериального кровотока выполнялась бифуркационным или односторонним аорто-бедренным протезированием эксплантатом. Всем больным производилась поясничная симпатэктомия (двухсторонняя или односторонняя на стороне поражения). Данные изменения после коррекции кровотока представлены в табл. 4. (Доверительная вероятность $0,99$).

Глубинная температура наружного квадранта ягодицы мало ($0,1^{\circ}\text{C}$) отличается от исходной. С уровня средней трети бедра наблюдается постепенное ее повышение в дистальном направлении, увеличиваясь по сегментам от $0,2$ до $2,7^{\circ}\text{C}$. Осевой температурный градиент по сегментам равномерный, без резких перепадов от $0,1$ до $0,7^{\circ}\text{C}$. Термоасимметрия между нижней третью голени и подошвенной поверхностью от $+0,1$ до $-0,1^{\circ}\text{C}$. Температурная разница между средней третью бедра и подошвенной поверхностью снижается до $0,8-1,4^{\circ}\text{C}$. Контрлатеральный температурный градиент от $0,1$ до $0,7^{\circ}\text{C}$. Повышение температуры в дистальных отделах левой конечности следует, видимо, объяснить более выраженным эффектом поясничной симпатэктомии.

Таблица 4

Область: исследования:	Состояние покоя		Физическая нагрузка		Нитроглицерин	
	прав. : град. :	лев. : град. :	прав. : град. :	лев. : град. :	прав. : град. :	лев. : град. :
Наружный квадрант ягодицы	33,7 \pm 0,4	- 33,6 \pm 0,4	- 33,3 \pm 0,4	- 33,7 \pm 0,4	- 33,8 \pm 0,5	- 33,7 \pm 0,5
Средняя треть бедр	34,7 \pm 0,4	+1,0 34,8 \pm 0,3	+1,2 34,8 \pm 0,4	+1,0 34,9 \pm 0,4	+1,2 34,8 \pm 0,4	+1,0 34,8 \pm 0,4
Подколен- ная об- ласть	34,5 \pm 0,5	-0,2 34,5 \pm 0,3	-0,3 34,3 \pm 0,4	-0,5 34,4 \pm 0,4	-0,5 34,4 \pm 0,5	-0,4 34,3 \pm 0,5
Икронож- ные мышцы	34,1 \pm 0,5	-0,4 34,3 \pm 0,5	-0,2 32,2 \pm 0,5	-0,1 34,2 \pm 0,5	-0,2 34,0 \pm 0,6	-0,4 34,1 \pm 0,6
Нижняя треть бедр	33,4 \pm 0,5	-0,7 33,9 \pm 0,4	-0,4 33,5 \pm 0,5	-0,7 33,6 \pm 0,5	-0,6 33,5 \pm 0,7	-0,5 33,8 \pm 0,7
Подшвен- ная по- верхность	33,3 \pm 0,7	-0,1 34,0 \pm 0,6	+0,1 33,1 \pm 0,7	-0,4 33,7 \pm 0,6	+0,1 33,2 \pm 0,7	-0,3 33,8 \pm 0,7

Физическая нагрузка умеренно повышает глубинную температуру проксимальных отделов до уровня подколенной области. Она является зоной температурного равновесия, ниже которой температура умеренно понижается на $0,1-0,2^{\circ}\text{C}$. Температурный градиент в диастальных сегментах увеличивается до $-0,4-0,1^{\circ}\text{C}$, а между средней треть бедра и подошвенной поверхностью составляет $1,2-1,7^{\circ}\text{C}$. Контралатеральный градиент остается $0,1-0,6^{\circ}\text{C}$.

Реакция на нитроглицерин незначительная. На уровне всех сегментов, за исключением подошвенного, температура остается на тех же цифрах, что и после физической нагрузки. На подошвенной поверхности она увеличивается на $0,1^{\circ}\text{C}$, но не достигает исходной в состоянии покоя.

Графическое изображение усредненной глубинной температуры до и после коррекции кровотока у больных с поражением аорто-бедренного сегмента и X.A.H. П^б ст. представлена на рис. 9.

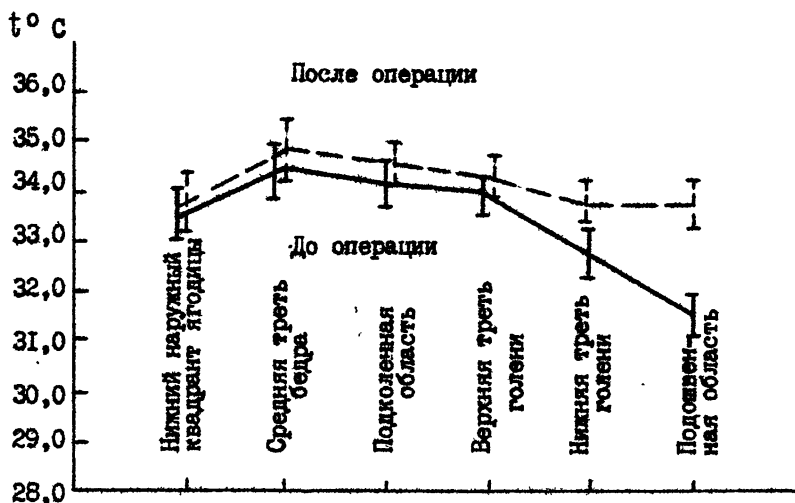


Рис. 9

Коррекция кровотока улучшает микроциркуляцию, обменные процессы в тканях, вследствие чего является повышение глубинной темпера-

туры по всей конечности. В функциональном отношении сосудистая система и ткани, особенно дистальных отделов конечностей, находятся на грани адаптационных возможностей.

2.3. ГЛУБИННАЯ ТЕМПЕРАТУРА У БОЛЬНЫХ С ПОРАЖЕНИЕМ АОРТО-БЕДРЕННОГО СЕГМЕНТА И Х.А.Н. III ст.

Измерена глубинная температура у 65 больных с поражением аорто-бедренного сегмента и Х.А.Н. III ст. В анализируемой группе преимущественное поражение какой-то конечности имели равное количество больных (34) с клиническими проявлениями ишемии в обеих конечностях, 14 с преимущественным поражением справа и 17 с преимущественным левосторонним поражением). Преимущественным поражением были клинические данные, но при дальнейшем обследовании была выявлена и органическая патология аорты и подвздошных артерий (стеноз, деформация сосуда). Данные измерения до операции представлены в табл. 5. (Доверительная вероятность 0,99).

Температурный профиль характеризуется более низким уровнем всей конечности по сравнению с больными II ст. Х.А.Н. Глубинная температура области средней трети бедра больше чем в области наружного квадранта ягодицы на $0,8-1,0^{\circ}\text{C}$. С уровня бедра начинается постепенное понижение температуры, но в "ключевых" точках она изменяется незначительно (подколенная область, икроножные мышцы). Компенсаторные механизмы, коллатеральный кровоток, системы микроциркуляции поддерживают метаболические процессы. С уровня икроножных мышц осевой температурный градиент уменьшается ($1,7-1,9^{\circ}\text{C}$), с дальнейшим значительным падением в подошвенной области ($2,5-2,8^{\circ}\text{C}$). Термоасимметрия между средней третью бедра и подошвенной поверхностью достигает $4,9-5,1^{\circ}\text{C}$.

Температурный градиент контрлатеральный конечностей незначительный ($0,1-0,3^{\circ}\text{C}$), больше в дистальных отделах.

Физическая нагрузка, увеличивая глубинную температуру в проксимальных отделах, понижает ее в дистальных. Осевой температурный градиент между нижней третью голени и подошвенной поверхностью достигает $2,2^{\circ}\text{C}$, а между средней третью бедра и подошвенной поверхностью $5,4-5,9^{\circ}\text{C}$, что свидетельствует о снижении кровотока и метаболических процессов в тканях.

Таблица 5

Область исследования	Состояние покоя		Физическая нагрузка		Нитроглицерин	
	прав. :град:	лев. :град:	прав. :град:	лев. :град:	прав. :град:	лев. :град:
Наружный квадрант лядицы	33,7±0,3	- 33,4±0,3	- 33,9±0,3	- 33,8±0,3	- 33,9±0,3	- 33,7±0,3
Средняя треть бедра	34,5±0,2	+0,8 34,4±0,2	+1,0 34,7±0,2	+0,8 34,7±0,2	+0,69 34,7±0,2	+0,8 34,7±0,3
Подколенная область	34,0±0,3	-0,5 34,2±0,3	-0,2 33,9±0,3	-0,8 34,0±0,3	-0,7 33,9±0,3	-0,8 34,1±0,3
Икроножные мышцы	33,8±0,5	-0,2 33,9±0,3	-0,3 33,4±0,3	-0,5 33,6±0,3	-0,4 33,6±0,4	-0,3 33,7±0,4
Нижняя треть голени	32,1±0,5	-1,7 32,1±0,5	-1,8 32,0±0,5	-1,4 31,8±0,4	-1,8 31,8±0,5	-1,8 32,0±0,5
Полововенная поверхность	29,6±0,5	-2,5 29,3±0,6	-2,8 29,3±0,0	-2,7 28,8±0,6	-3,0 29,1±0,6	-2,7 28,8±0,6

Температурный градиент контрлатеральных конечностей остается на тех же цифрах, что и при состоянии покоя ($0,1-0,3^{\circ}\text{C}$), что свидетельствует о равных компенсаторных возможностях пораженных конечностей.

Нитроглицериновая проба повышает глубинную температура в проксимальных отделах до уровня средней трети бедра. Дистальные отделы еще больше обедняются кровотоком и, как следствие, понижение глубинной температуры. Здесь мы имеем дело, по-видимому, с синдромом "обкрадывания" дистальных отделов за счет депонирования крови в расширенных нитроглицерином коллатералях проксимальных отделов. Подтверждается положение о безуспешности консервативной терапии при декомпенсации кровообращения нижних конечностей, в результате которой мы не достигаем желаемого эффекта. С уровня икроножных мышц осевой температурный градиент составляет $1,7-1,8^{\circ}\text{C}$, в между нижней третью голени и подошвенной поверхностью $2,7-3,2^{\circ}\text{C}$. Увеличивается термоасимметрия между средней третью бедра и подошвенной поверхностью до $5,6-5,9^{\circ}\text{C}$, контрлатеральный температурный градиент остается на протяжении всей конечности в пределах $0,1-0,3^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, измерение глубинной температуры у больных с поражением аорто-бедренного сегмента дает четкое представление о температурном профиле при Х.А.Н. III ст., а уровень снижения ее в дистальных отделах конечности свидетельствует о нарушении регионарно-го кровообращения и угнетения метаболических процессов.

Реакция микроциркуляторного русла на проводимые функциональные пробы характеризует минимальные функциональные возможности системы.

Коррекция артериального кровотока выполнялась бифуркационным или односторонним аорто-бедренным протезированием эксплантатом. Кроме того, всем больным выполнена поясничная симпатэктомия (двухсторонняя при бифуркационной реконструкции и односторонняя при односторонней реконструкции). На 7-10 день послеоперационного периода проводилась функциональная радиотермометрия по той же методике. Данные измерения представлены в табл. 6. (Доверительная вероятность $0,99$).

После коррекции кровотока имеют место изменения глубинного температурного профиля во всех исследуемых точках. Значительно выражено повышение температуры в дистальных отделах конечностей. Незначительное повышение температуры в области наружного квадранта ягодицы объясняется характером реконструкции и кровотоком по системе внутренней подвздошной артерии. При протезировании аорто-бедренно-

Таблица 6

Область исследования	Состояние покоя		Физическая нагрузка		Нитроглицерин	
	справа :град:	слева :град:	справа :град:	слева :град:	справа :град:	слева :град:
Наружный квадрант ягодицы	33,9±0,3	- 33,9±0,3	- 34,3±0,3	- 34,2±0,3	- 34,1±0,3	- 34,1±0,3
Средняя треть бедра	35,0±0,2	+1,1 35,0±0,2	+1,1 35,2±0,2	+0,9 35,2±0,2	+1,0 35,0±0,3	+0,9 35,1±0,2
Подколенная область	34,7±0,2	-0,3 34,8±0,2	-0,2 34,7±0,2	-0,5 34,7±0,2	-0,5 34,6±0,3	-0,4 34,8±0,2
Икроножные мышцы	34,5±0,2	-0,2 34,6±0,2	-0,2 34,5±0,2	-0,2 34,4±0,3	-0,3 34,4±0,3	-0,2 34,4±0,3
Нижняя треть голени	34,0±0,3	-0,5 34,0±0,3	-0,6 33,9±0,3	-0,6 33,8±0,3	-0,6 33,8±0,4	-0,6 33,7±0,4
Подоплечная поверхность	34,0±0,4	0 34,0±0,4	0 33,8±0,4	-0,1 33,9±0,4	+0,1 33,7±0,5	-0,1 33,7±0,6

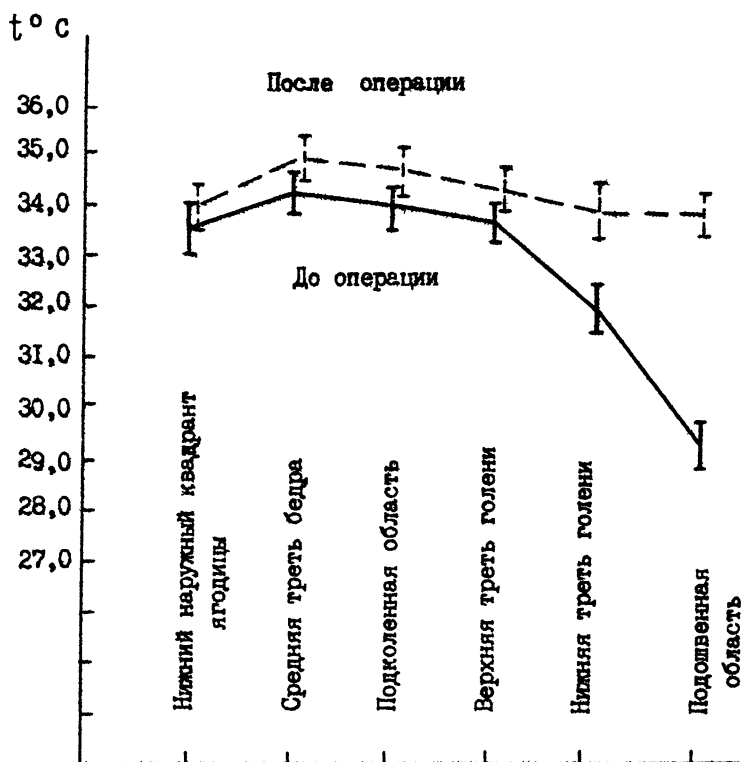


Рис. 10

го сегмента, в большинстве случаев, она выключается из кровообращения, за исключением коллатеральных связей. Увеличивается объемный кровоток в системе глубокой артерии бедра и подколенной области, о чем свидетельствует повышение глубинной температуры в этих сегментах.

Повышение температуры в дистальных отделах можно объяснить увеличением объемного кровотока и блокадой симпатического влияния на тонус сосудов. Осевой температурный градиент, равномерно понижаясь к периферии, становится равен нулю между нижней третью голени и подошвенной поверхностью. Контралатеральный температурный градиент нивелируется или очень незначителен ($0,1^{\circ}\text{C}$). Между средней третью бедра и подошвенной поверхностью термоасиметрия составляет $1,0^{\circ}\text{C}$. В состоянии покоя у больных после коррекции кровотока все благополучно: как субъективно, так и объективно.

При физической нагрузке ситуация несколько меняется. Подтверждается предположение, что любая реконструктивная операция на каком-то сегменте не является радикальной, что облитерирующий атеро-склероз - не местный процесс. Наблюдается повышение температурного профиля коррегируемой конечности до подколенной области. Ниже этого уровня прослеживается тенденция к понижению температуры на $0,1-0,2^{\circ}\text{C}$. Осевой температурный градиент конечности незначительный до дистальных отделов. Между средней третью бедра и подошвенной поверхностью достигает $1,4^{\circ}\text{C}$. Контралатеральный градиент не превышает $0,1-0,2^{\circ}\text{C}$. Эта тенденция прослеживается и на фоне приема нитроглицерина.

Графическое изображение температурного профиля нижних конечностей до и после коррекции кровотока представлено на рис. 10. Разница температуры до и после коррекции достигает $4-5^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, коррекция кровотока у больных с поражением аорто-бедренного сегмента и Х.А.Н. III ст. создает резкое повышение температуры, следовательно, и улучшение обменных процессов. Несмотря на кажущееся благополучие, дистальные отделы конечностей в функциональном отношении неполноценны.

2.4. ГЛУБИННАЯ ТЕМПЕРАТУРА У БОЛЬНЫХ С ПОРАЖЕНИЕМ АОРТО-БЕДРЕННОГО СЕГМЕНТА И Х.А.Н. IV ст.

Изучен температурный глубинный профиль конечностей у больных с атеросклеротическим поражением аорто-бедренного сегмента и Х.А.Н.

IV ст. до и после коррекции кровотока в состоянии покоя и нитроглицериновой пробы. Физическая нагрузка больным не производилась ввиду выраженного болевого синдрома в покое. Большинство больных не могли за время исследования удерживать конечность в горизонтальном положении. Данные измерения до операции представлены в табл. 7. (Доверительная вероятность 0,99).

Глубинная температура конечностей при IV ст. Х.А.Н. по сравнению с больными III ст. Х.А.Н. понижена во всех точках. Более выражено снижение температуры в подколенной области и в области икроножных мышц. Температура подошвенной поверхности стоп на уровне $28,9 \pm 0,9$ и $29,4 \pm 1,1$, что можно объяснить наличием воспалительных очагов на периферии в виде язв и некрозов.

Осевой температурный градиент более выражен по сравнению с больными III ст. Значительная термоасимметрия уже на уровне подколенного сегмента и сегмента икроножных мышц ($0,7-0,9^{\circ}\text{C}$). В следующих сегментах дистальных отделов градиент температуры более выражен ($1,0-1,5$, $2,3-2,8^{\circ}\text{C}$). Термоасимметрия между средней третью бедра и подошвенной поверхностью составляет ($4,5-5,1^{\circ}\text{C}$). Контрлатеральный градиент более выражен и составляет $0,1-0,5^{\circ}\text{C}$, что следует объяснить, по-видимому, составом больных (6 человек с двухсторонним поражением при наличии некрозов справа, с правосторонним поражением - 10, и левосторонним - 5).

Нитроглицериновая проба незначительно повышает температуру в проксимальных отделах и понижает ее в дистальных. Границей температурного раздела является подколенная область. Увеличивается температурный градиент между подколенным сегментом и икроножными мышцами, а между сегментом икроножных мышц и подошвенной поверхностью температурная разница составляет $3,5-3,9^{\circ}\text{C}$, между верхней третью бедра и подошвенной поверхностью $4,7-5,3^{\circ}\text{C}$. Контрлатеральный температурный градиент составил $0,1-0,7^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, изменение температурного профиля нижних конечностей у больных с поражением аорто-бедренного сегмента Х.А.Н. IV ст. свидетельствует о глубоком угнетении метаболических процессов в тканях, отсутствии функциональных возможностей сохранившихся сосудистых коллатералей.

С прогрессированием заболевания микроциркуляторная система теряет свои функциональные возможности, свидетельством чего является реакция кровоснабжения на проводимые функциональные пробы.

Таблица 7

Область исследования	Состояние покоя				Нитроглицерин			
	прав.	град.	лев.	град.	прав.	град.	лев.	град.
Наружный квадрант ягодицы	33,4 \pm 0,5	-	33,2 \pm 0,7	-	33,6 \pm 0,4	-	33,4 \pm 0,6	-
Средняя треть бедра	34,0 \pm 0,5	+0,6	33,9 \pm 0,4	+0,7	33,9 \pm 0,6	+0,3	34,0 \pm 0,4	+0,6
Подколенная область	33,6 \pm 0,7	-0,4	33,9 \pm 0,4	0	33,5 \pm 0,7	-0,4	33,8 \pm 0,5	-0,2
Икроножные мышцы	32,7 \pm 0,8	-0,9	33,7 \pm 0,7	-0,7	32,5 \pm 0,8	-1,0	32,8 \pm 0,7	-1,0
Нижняя треть голени	31,2 \pm 0,8	-1,5	32,2 \pm 0,8	-1,0	30,9 \pm 0,8	-1,6	31,9 \pm 0,9	-0,9
Подшвенная область	28,9 \pm 0,9	-2,3	29,4 \pm 1,1	-2,8	28,6 \pm 1,0	-2,3	29,3 \pm 1,1	-2,6

Коррекция артериального кровотока выполнялась бифуркационным или односторонним аорто-бедренным протезированием эксплантатом, про-
 фундопластикой, сочетанными реконструкциями аорто-бедренного и бед-
 ренно-подколенного сегментов.

Всем больным выполнена поясничная симпатэктомия. Через 7-10
 дней послеоперационного периода измерялась глубинная температура.
 Данные измерения представлены в табл. 8. (Доверительная вероятность
 0,99).

После коррекции кровотока профиль глубинной температуры меня-
 ется, но незначительно. Повышение температуры в исследуемых обла-
 стях составляет 0,2-2,9°C. Резких перепадов осевого температурного
 градиента нет. Между средней третью бедра и подошвенной поверхнос-
 тью он составляет 2,8-3,5°C. Контралатеральный градиент остается 0,1
 -0,6°C.

Нитроглицериновая проба несколько повышает температуру (до
 0,1-0,3°C) во всех областях измерения, но абсолютная температура
 дистальных отделов конечностей остается на низких цифрах. Разница
 до и после коррекции кровотока в дистальных отделах составила 1,8-
 2,9°C.

Графическое изображение глубинного температурного профиля до
 и после коррекции кровотока представлено на рис. II.

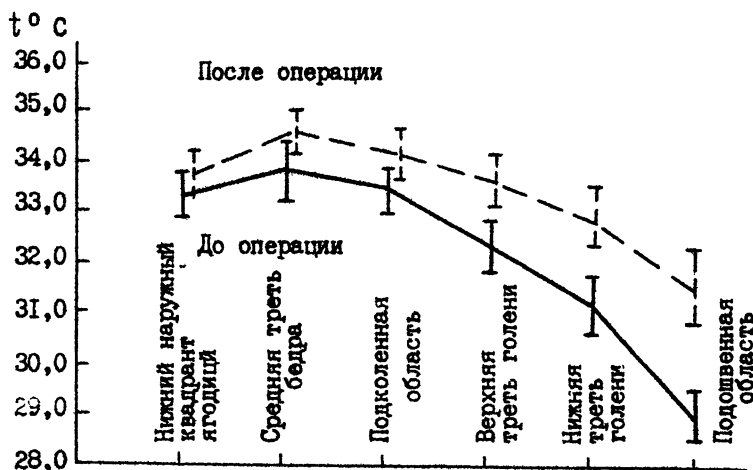


Рис. 11

Таблица 8

Область исследования	Состояние покоя				Нитроглицерин			
	прав.	град.	лев.	град.	прав.	град.	лев.	град.
Наружный квадрант ягодицы	33,6±0,5	-	33,6±0,6	-	33,8±0,5	-	33,7±0,6	-
Средняя треть бедра	34,6±3	+1,0	34,7±0,2	+1,1	34,6±0,4	+0,8	34,9±0,3	+1,2
Подколенная область	34,1±0,4	-0,5	34,4±0,4	-0,3	34,4±0,4	-0,2	34,5±0,5	-0,4
Икроножные мышцы	33,7±0,7	-0,4	33,7±0,7	-0,7	33,8±0,7	-0,6	34,0±0,5	-0,5
Нижняя треть бедра	32,8±0,8	-0,9	33,0±0,4	-0,7	33,1±0,7	-0,7	33,1±0,4	-0,9
Подопышная область	31,8±0,9	-1,0	31,2±0,7	-1,8	31,9±0,9	-1,2	31,3±0,6	-1,8

Коррекция кровотока у больных с поражением аорто-бедренного сегмента и Х.А.Н. IV ст. повышает глубинную температуру, но незначительно. Несмотря на проведенные реконструктивно-восстановительные операции кровоснабжение дистальных отделов конечностей нарушено, следствием чего является слабая реакция макро- и микрососудистого русла на функциональные нагрузки. Мы согласны с мнениями (32, 33), что это следует объяснить иногда возникающим в тяжелых стадиях ишемии феноменом открытия артерио-венозных шунтов. При этом объемный кровоток в области реконструкции сохраняется на должном уровне, однако кровоснабжение дистальных отделов конечности оказывается неэффективным в результате синдрома обкрадывания.

2.5. ГЛУБИНАЯ ТЕМПЕРАТУРА У БОЛЬНЫХ С ПОРАЖЕНИЕМ БЕДРЕННО-ПОДКОЛЕННОГО СЕГМЕНТА И Х.А.Н. IV ст.

Исследована глубинная температура у больных с поражением бедренно-подколенного сегмента. Больные разделены на три группы в зависимости от степени Х.А.Н. Данные измерения глубинной температуры до коррекции кровотока при IV ст. Х.А.Н. представлены в табл.9 (Доверительная вероятность 0,99).

Коррекция артериального кровотока выполнялась бедренно-бедренным и бедренно-подколенным аутовенозным протезированием. Всем больным выполнялась поясничная симпатэктомия на стороне поражения. В сроки 7-10 дней после операции исследовалась глубинная температура. Данные измерения представлены в табл.10. (Доверительная вероятность 0,99). Как видно из таблицы, значительно изменяется температурный профиль конечностей после коррекции кровотока, особенно в дистальных отделах. Наряду с повышением температуры наружного сегмента ягодицы на $0,3^{\circ}\text{C}$, в области средней трети бедра она увеличивается на $0,4^{\circ}\text{C}$, на $0,2-0,5^{\circ}\text{C}$ в подколенной зоне. Глубинная температура области икроножных мышц увеличивается на $0,1-0,2^{\circ}\text{C}$, температура нижележащих отделов повышается на $2,0-2,1^{\circ}\text{C}$, что, видимо, и определяет клинический успех реконструктивной операции. В этом случае играет роль не только увеличение притока крови, но и паралич микроциркулярного русла за счет выполненной симпатэктомии. Уменьшается осевой температурный градиент до $1,2^{\circ}\text{C}$, а между сегментами дистальных отделов до $0,2^{\circ}\text{C}$. Контралатеральный температурный гра-

Таблица 9

Область исследования	Состояние покоя		Физическая нагрузка				Нитроглицерин	
	прав. град.	лев. град.	прав. град.	лев. град.	прав. град.	лев. град.	прав. град.	лев. град.
Наружный квадрант ягодицы	33,5±0,4	- 33,4±0,4	- 33,9±0,4	- 33,8±0,5	- 33,8±0,5	- 33,7±0,5	-	-
Средняя треть бедра	34,4±0,4	+0,9 34,4±0,3	+1,0 34,6±0,4	+0,5 34,6±0,4	+0,8 34,7±0,5	+0,9 34,6±0,4	+0,9	+0,9
Подколенная область	34,2±0,4	-0,2 34,2±0,4	-0,2 34,2±0,4	-0,4 34,2±0,4	-0,4 34,2±0,4	-0,4 34,4±0,4	-0,5	-0,2
Икроножные мышцы	34,2±0,6	0 34,0±0,5	-0,2 33,9±0,5	-0,3 33,8±0,5	-0,4 34,0±0,5	-0,2 33,9±0,5	-0,2	-0,5
Нижняя треть голени	32,6±0,6	-1,6 32,8±0,6	-1,2 32,6±0,5	-1,3 32,5±0,6	-1,3 32,4±0,6	-1,6 32,7±0,7	-1,6	-1,2
Подолвенная поверхность	31,1±1,0	-1,5 31,0±0,9	-1,8 31,0±1,0	-1,6 30,8±0,9	-1,7 30,8±0,9	-1,6 30,8±0,9	-1,6	-1,9

Таблица 10

Область исследования	Состояние покоя		Физическая нагрузка				Нитроглицерин	
	прав. град.	лев. град.	град.	прав. град.	лев. град.	град.	прав. град.	лев. град.
Наружный квадрант ягодичны	33,7 \pm 0,4 -	33,7 \pm 0,4 -	33,9 \pm 0,4 -	34,1 \pm 0,4 -	34,1 \pm 0,4 -	33,9 \pm 0,4 -	34,0 \pm 0,4 -	-
Средняя треть бедра	34,6 \pm 0,3 +0,9	34,8 \pm 0,3 +1,1	34,8 \pm 0,3 +1,1	34,9 \pm 0,3 +0,8	34,9 \pm 0,3 +0,8	34,7 \pm 0,3 +0,8	34,8 \pm 0,3 +0,8	-
Подколенная область	34,4 -0,2	34,7 -0,1	34,5 -0,1	34,6 -0,3	34,6 -0,3	34,5 -0,2	34,6 -0,2	-0,2
Икроножные мышцы	34,3 \pm 0,3 -0,1	34,3 \pm 0,4 -0,4	34,3 \pm 0,4 -0,2	34,2 \pm 0,4 -0,4	34,2 \pm 0,4 -0,4	34,4 \pm 0,3 -0,1	34,3 \pm 0,3 -0,3	-0,3
Нижняя треть голени	33,6 \pm 0,6 -0,7	33,5 \pm 0,4 -0,8	33,6 \pm 0,6 -0,7	33,5 \pm 0,4 -0,7	33,5 \pm 0,4 -0,7	33,6 \pm 0,6 -0,8	33,7 \pm 0,4 -0,6	-0,6
Подшвенная поверхность	33,4 \pm 0,9 -0,2	33,1 \pm 0,7 -0,4	33,1 \pm 0,9 -0,5	33,1 \pm 0,7 -0,4	33,1 \pm 0,7 -0,4	33,1 \pm 0,8 -0,5	33,3 \pm 0,6 -0,4	-0,4

диент остается в пределах $0,1-0,2^{\circ}\text{C}$.

Физическая нагрузка увеличивает глубинную температуру в проксимальных отделах, уменьшая ее в дистальных, что свидетельствует о неполноценной воспринимающей способности дистального сосудистого русла. Границей температурного раздела является область икроножных мышц. Это положение имеет большое значение.

Решение вопроса об ампутации конечности всегда сопряжено с рядом специфических особенностей и нередко возникающих значительных трудностей.

Стремление сохранить более длинную культю при ампутации конечностей является обоснованным желанием современного хирурга. Чем ниже усечена конечность, тем легче больному научиться пользоваться протезом.

Хирурга всегда преследует мысль об уровне ампутации конечности, на котором кровоснабжение может обеспечить заживление раны и жизнеспособность оставшегося сегмента. "Малые ампутации" и ампутации голени часто сопряжены с необходимостью повторных операций вследствие некрозов и прогрессирования гангрены. Поэтому хирурги предпочитают производить сразу ампутацию бедра с средней трети или, реже, в нижней трети, так как после усечения конечности на этом уровне операционная рана культи заживает первичным натяжением.

Следовательно, перед хирургом возникает необходимость установить оптимальный уровень ампутации конечности, который позволил бы сохранить культю более длинной при вполне удовлетворительном заживлении. Такое требование вполне осуществимо, если врач сможет правильно оценить состояние периферического кровообращения в любом сегменте конечности.

Проведенные исследования глубинной температуры свидетельствуют, что ткани бедра, подколенной области и области икроножных мышц находятся примерно в одинаковых гемодинамических условиях, а сохранение коленного сустава для больного играет большую роль.

Температурный градиент между средней третью бедра и подошвенной поверхностью $1,7^{\circ}\text{C}$, а между областью икроножных мышц и подошвенной поверхностью $1,2^{\circ}\text{C}$.

Нитроглицерин незначительно понижает глубинную температуру по всей конечности, за счет синдрома обкрадывания.

Графическое изображение температурного профиля до и после коррекции кровотока при поражении бедренно-подколенного сегмента и

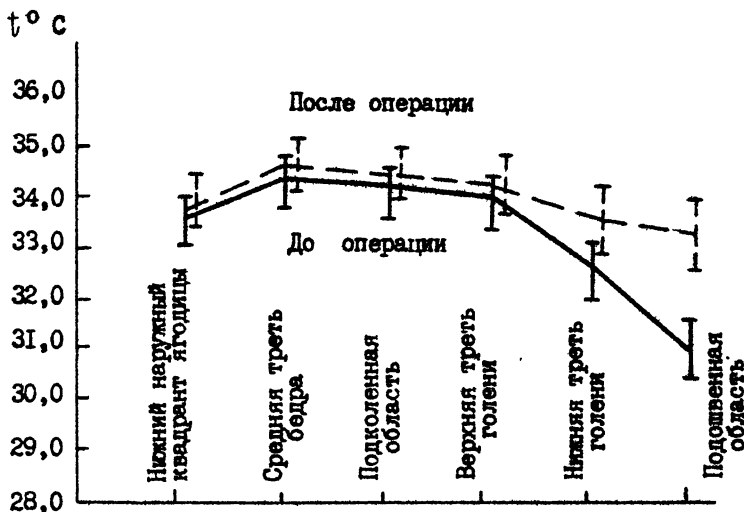


Рис. 12

Реконструктивно-восстановительные операции в бедренно-подколенном сегменте приводят к значительным сдвигам кровообращения в пораженной конечности, следствием чего является повышение глубинной температуры и увеличение метаболической активности в тканях. Но, несмотря на восстановление кровотока, имеется функциональная недостаточность периферического сосудистого русла.

2.6. ГЛУБИНАЯ ТЕМПЕРАТУРА У БОЛЬНЫХ С ПОРАЖЕНИЕМ БЕДРЕННО-ПОДКОЛЕННОГО СЕГМЕНТА И Х.А.Н. Ш ст.

Исследована глубинная температура у больных с поражением бедренно-подколенного сегмента и Х.А.Н. Ш ст. Данные измерения представлены в табл. II. (Доверительная вероятность 0,99). Глубинный температурный профиль представлен более низким уровнем по сравнению с Пб ст. Х.А.Н. Глубинная температура наружного квадрата ягодицы стабильна при всех измерениях. Температура средней тре-

Таблица II.

Область исследования	Состояние покоя				Физическая нагрузка				Нитроглицерин			
	прав.	град.	лев.	град.	прав.	град.	лев.	град.	прав.	град.	лев.	град.
Наружный квадрант ягодицы	33,8 \pm 0,4	-	33,8 \pm 0,4	-	34,3 \pm 0,5	-	34,2 \pm 0,5	-	34,3 \pm 0,5	-	34,2 \pm 0,5	-
Средняя треть бедра	34,5 \pm 0,5	+0,7	34,7 \pm 0,4	+0,9	34,5 \pm 0,5	+0,2	34,7 \pm 0,5	+0,5	34,6 \pm 0,6	+0,3	34,8 \pm 0,5	+0,6
Подколенная область	33,9 \pm 0,5	-0,6	34,2 \pm 0,5	-0,5	33,9 \pm 0,5	-0,6	33,9 \pm 0,4	-0,8	34,0 \pm 0,5	-0,6	34,1 \pm 0,5	-0,7
Икроножные мышцы	33,7 \pm 0,7	-0,2	33,6 \pm 0,6	-0,6	33,5 \pm 0,7	-0,4	33,4 \pm 0,6	-0,5	33,6 \pm 0,7	-0,4	33,5 \pm 0,6	-0,6
Нижняя треть бедра	32,4 \pm 0,6	-1,3	32,7 \pm 0,7	-0,9	32,0 \pm 0,6	-1,5	32,2 \pm 0,6	-1,2	32,1 \pm 0,6	-1,5	32,4 \pm 0,5	-1,1
Подоплечная поверхность	30,4 \pm 0,8	-2,0	30,6 \pm 0,7	-1,2	29,9 \pm 0,9	-2,1	30,3 \pm 0,6	-1,9	30,7 \pm 0,7	-1,4	30,3 \pm 0,7	-2,1

ти бедра больше температуры наружного квадранта ягодицы на $0,7-0,9^{\circ}\text{C}$. Понижение температуры начинается с подколенной области - это, видимо, и определяет тяжелую степень ишемии. Неполюценность коллатеральной в "ключевых" точках приводит к недостаточности кровотока дистальных отделов конечности. Температурный градиент между средней трети бедра и подошвенной поверхностью достигает $4,1^{\circ}\text{C}$, а термоасимметрия между икроножными мышцами и подошвенной поверхностью $3,4^{\circ}\text{C}$, между нижней третью голени и подошвенной поверхностью $2-2,1^{\circ}\text{C}$, т.е. резкое нарушение кровотока отмечается с уровня икроножных мышц. Контралатеральный температурный градиент $0,1-0,3^{\circ}\text{C}$. Физическая нагрузка повышает температуру наружного квадранта ягодицы на $0,4-0,5^{\circ}\text{C}$. Температура средней трети бедра остается без изменения, а в подколенной области уменьшается. Температурный градиент между средней третью бедра и подколенным сегментом остается без изменения - $0,6^{\circ}\text{C}$, а между средней третью бедра и подошвенной поверхностью он достигает $4,4-4,6^{\circ}\text{C}$. Между икроножными мышцами и подошвенной поверхностью термоасимметрия достигает $3,1-3,4^{\circ}\text{C}$, оставаясь значительной ($2,1^{\circ}\text{C}$) между сегментами дистальных отделов.

Реакция на нитроглицерин очень слабая. Только в области средней трети бедра глубинная температура повышается на $0,1^{\circ}\text{C}$, в остальных сегментах она ниже на $0,1^{\circ}\text{C}$ исходного уровня.

Измерение глубинной температуры при поражении бедренно-подколенного сегмента и Х.А.Н. III ст. свидетельствует, что имеет место резкое угнетение артериального кровотока, начиная с подколенного сегмента. Дистальное сосудистое русло - слабо воспринимающее, микроциркуляторная система теряет свои функциональные возможности.

Коррекция артериального кровотока выполнялась бедренно-подколенным аутовенозным протезированием или шунтированием. Всем больным производилась поясничная симпатэктомия на стороне поражения. В послеоперационном периоде измерялась глубинная температура. Данные измерения представлены в табл. I2. (Доверительная вероятность $0,99$). После коррекции кровотока в бедренно-подколенном сегменте резко меняется температурный глубинный профиль у больных с III ст. Х.А.Н. Глубинная температура увеличивается во всех исследуемых сегментах. Осевой температурный градиент значительно снижается и достигает между средней третью бедра и подошвенной поверхностью $1,5-1,9^{\circ}\text{C}$, а между икроножными мышцами и подошвенной поверхностью $0,9-1,5^{\circ}\text{C}$. Термоасимметрия дистальных сегментов уменьшается до $0,3-0,4^{\circ}\text{C}$.

Таблица 12.

Область исследования	Состояние покоя		Физическая нагрузка		Нитроглицерин	
	прав. : град.	лев. : град.	прав. : град.	лев. : град.	прав. : град.	лев. : град.
Наружный квадрант ягодиц	34,2±0,3 -	34,1±0,3 -	34,4±0,3 -	34,5±0,3 -	34,2±0,3 -	34,3±0,4 -
Средняя треть бедра	34,9±0,4 +0,7	34,8±0,3 +0,7	35,1±0,3 +0,7	34,9±0,3 +0,4	34,4±0,4 +0,2	34,9±0,4 +0,6
Подколенная область	34,7±0,3 -0,2	34,7±0,3 -0,1	34,7±0,3 -0,4	34,7±0,3 -0,2	34,6±0,3 -0,2	34,7±0,3 -0,2
Икроножные мышцы	34,5±0,5 -0,2	34,4±0,4 -0,3	34,3±0,4 -0,3	34,3±0,3 -0,4	34,3±0,4 -0,3	34,4±0,3 -0,3
Нижняя треть бедра	33,4±0,4 -1,1	33,8±0,5 -0,6	33,3±0,6 -1,0	33,6±0,4 -0,7	33,2±0,7 -1,1	33,7±0,7 -0,7
Подшвенная поверхность	33,0±0,7 -0,4	33,5±0,7 -0,3	32,6±0,7 -0,7	33,2±0,7 -0,4	32,7±0,8 -0,5	33,2±0,7 -0,5

Контралатеральный температурный градиент $0,1-0,3^{\circ}\text{C}$, с более высокой температурой на левой конечности, в силу более выраженного эффекта поясничной симпатэктомии. Физическая нагрузка повышает глубинную температуру до уровня подколенного сегмента, ниже которого она имеет тенденцию к снижению. Осевой температурный градиент средняя треть бедра - подошвенная поверхность увеличивается до $2,5-2,7^{\circ}\text{C}$, увеличивается и градиент температуры между дистальными сегментами конечности до $0,4-0,7^{\circ}\text{C}$. Границей температурного раздела становится область икроножных мышц. Нитроглицерин не проявляет действия на сосудистое русло пораженной конечности, так как макро- и микрососуды находятся в состоянии атонии после поясничной симпатэктомии.

Таким образом коррекция кровотока в бедренно-подколенном сегменте при Х.А.Н. III ст. дает несомненный эффект, но в функциональном отношении макро- и микрососудистое русло находится в состоянии угнетения. Операции, корректирующие кровоток, при тяжелой степени ишемии следует признать не как направление на трудовую реабилитацию, а как направленные на спасение конечности при ограниченной дальнейшей ее функции. Графическое изображение температурного профиля до и после коррекции артериального кровотока у больных с III ст. Х.А.Н. представлено на рис. 13.

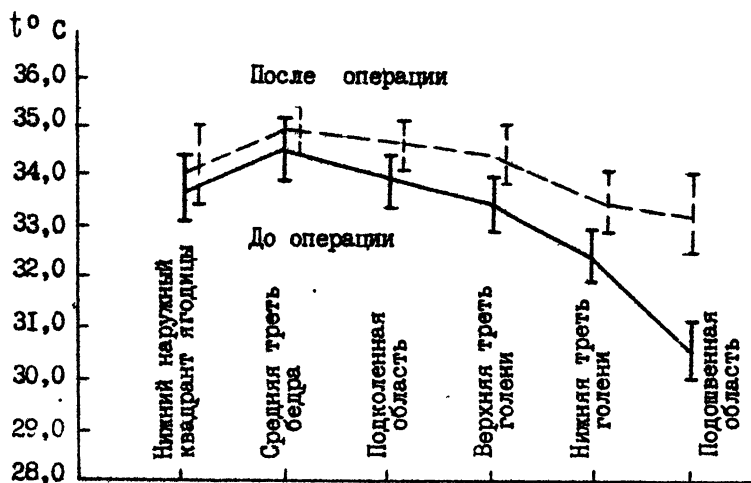


Рис. 13

2.7. ГЛУБИННАЯ ТЕМПЕРАТУРА У БОЛЬНЫХ С ПОРАЖЕНИЕМ БЕДРЕННО-ПОДКОЛЕННОГО СЕГМЕНТА И Х.А.Н. IУ ст.

Исследована глубинная температура больных с поражением бедренно-подколенного сегмента и Х.А.Н. IУ ст. до и после коррекции кровотока в состоянии покоя и нитроглицериновой пробы. Данные измерения до коррекции кровотока представлены в табл. I3. (Доверительная вероятность 0,99). Профиль глубинной температуры имеет некоторые особенности. Осевой градиент температуры средняя треть бедра-подошвенная поверхность составляет 3,0-3,2°C. Впервые при исследовании встречаемых с равной температурой двух сегментов. Градиент между средней третью бедра и подколенным сегментом равен 0-0,1°C. Температурным разделом является подколенная область. Ниже наблюдается равномерное снижение глубинной температуры, и только между дистальными сегментами градиент увеличивается до 1,4-1,5°C. Несколько повышенная температура дистальных отделов объясняется атонией микрофаркуляторного русла, Наличием воспалительного процесса в этой зоне или нарушением обменных процессов, сопровождающихся повышенной выработкой тепла в очагах деструкции тканей. Реакция на нитроглицерин проксимальных отделов выражена слабо. С уровня подколенной области глубинная температура понижается. Осевой температурный градиент увеличивается до 3,3-3,6°C. Контралатеральный градиент меняется незначительно. Глубинная температура подошвенной области уменьшается на 0,2-0,3°C.

Таким образом, при поражении бедренно-подколенного сегмента и Х.А.Н. IУ ст. мы имеем дело с глубоким угнетением функциональной способностью периферического макро- и микрососудистого русла.

Коррекция артериального кровотока при IУ ст. Х.А.Н. выполнена бедренно-подколенным аутоинозным протезированием или шунтированием, пластикой глубокой артерии бедра. Всем больным выполнена поясничная симпатэктомия.

В послеоперационном периоде исследовалась глубинная температура в состоянии покоя и нитроглицериновой пробы. Данные измерения после коррекции кровотока представлены в табл. I4. (Доверительная вероятность 0,99). Температура проксимальных отделов мало отличается от исходной. В подколенной области незначительное падение температуры до 0,1°C, но по-прежнему зона является температурным разделом. В области икроножных мышц небольшое повышение глубинной тем-

Таблица 13.

	Состояние покая				Нитроглицерин			
	прав.	град.	лев.	град.	прав.	град.	лев.	град.
Область ис- следования	прав.	град.	лев.	град.	прав.	град.	лев.	град.
Наружный квад- рант ягодицы	33,9±0,6	-	33,5±0,5	-	33,9±0,5	-	33,6±0,5	-
Средняя треть бедр	34,5±0,4	+0,6	34,6±0,4	+1,1	34,7±0,5	+0,8	34,6±0,6	+0,9
Подколенная область	34,5±0,5	0	34,5±0,5	-0,1	34,1±0,6	-0,6	34,1±0,8	-0,5
Икроножные мышцы	33,6±0,8	-0,9	34,1±0,7	-0,4	33,5±0,7	-0,6	33,9±0,9	-0,2
Нижняя треть голенн	32,7±1,0	-0,9	33,1±0,3	-1,0	32,7±1,2	-0,8	32,8±1,3	-1,1
Подопшвенная поверхность	31,3±1,6	-1,4	31,6±2,5	-1,5	31,1±1,6	-1,6	31,3±1,6	-1,5

пературы, не термоасимметрично с подколенной областью составляет $0,2-0,5^{\circ}\text{C}$. Градиент температуры в дистальных сегментах увеличивается, достигая $1,5^{\circ}\text{C}$, а температура имеет тенденцию к понижению. Осевой температурный градиент средняя треть бедра - подошвенная поверхность становится $3,5-3,7^{\circ}\text{C}$, контрлатеральный температурный градиент незначительный. Нитроглицерин увеличивает температуру проксимальных сегментов. С уровня подколенной области температура остается неизменной или незначительно увеличенной. Исключение составляет левая нижняя конечность, где увеличение глубинной температуры следует объяснить более выраженным эффектом левосторонней поясничной симпатэктомии (рис. 14).

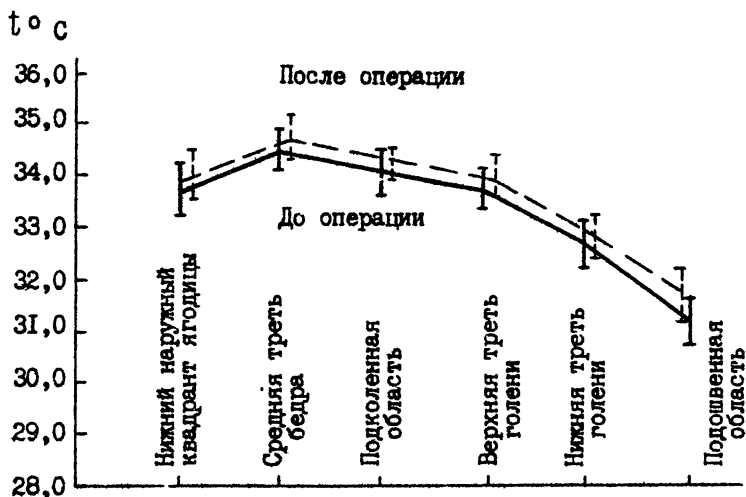


Рис. 14

Таким образом, по данным глубинной температуры можно сделать заключение, что при IY ст. Х.А.Н. в бедренно-подколенном сегменте функционально-динамические возможности сосудистой системы резко угнетены. Коррекция артериального кровотока не приводит к значительным функциональным сдвигам. Функциональный прогноз, в том числе и после коррекции кровотока, при IY ст. Х.А.Н. неблагоприятный. Оперативные вмешательства выполняются только в плане сохранения

Таблица I4

Область исследова- ния	Состояние покоя				Нитроглицерин			
	прав.	град.	лев.	град.	прав.	град.	лев.	град.
Наружный квадрант ягодицы	33,9±0,4	-	33,8±0,4	-	34,0±0,3	-	33,9±0,5	-
Средняя треть бедра	34,9±0,4	+1,0	34,6±0,4	+0,8	35,1±0,4	+1,1	34,9±0,4	+1,0
Подколенная область	34,4±0,4	-0,5	34,4±0,4	-0,2	34,3±0,5	-0,8	34,4±0,4	-0,5
Икроножные мышцы	34,2±0,6	-0,2	33,9±0,6	-0,5	34,2±0,6	-0,1	33,9±0,5	-0,5
Нижняя треть бедра	32,7±0,8	-1,5	33,1±0,7	-0,8	32,8±0,7	-1,4	32,8±0,8	-1,1
Подоплечевая поверх- ность	31,2±1,0	-1,5	32,1±0,6	-1,0	31,4±1,1	-1,4	32,3±0,7	-0,5

конечности.

2.8. ГЛУБИННАЯ ТЕМПЕРАТУРА У БОЛЬНЫХ ПОСЛЕ ПЛАСТИКИ ГЛУБОКОЙ АРТЕРИИ БЕДРА.

Учитывая большую роль в кровоснабжении нижней конечности глубокой артерии бедра мы провели исследование глубинного температурного профиля после операции профундопластики. Нас интересовала температура бедра, ключевых точек (подколенная область и икроножные мышцы). Данные измерения представлены в табл. 15. (Доверительная вероятность 0,99). Профиль глубинной температуры имеет свои особенности. В самом деле, при всех вышеописанных исследованиях мы не имели в области средней трети бедра глубинную температуру, равную $35,0^{\circ}\text{C}$. Градиент температуры трех сложных сегментов (бедро, подколенная область, область икроножных мышц) незначительный, $0,1-0,6^{\circ}\text{C}$. Более выраженная термоасимметрия между икроножными мышцами и нижней третью голени до $1,7^{\circ}\text{C}$. Глубинная температура подошвенной поверхности слева значительно выше правой. Несмотря на сохранение осевого температурного градиента на довольно высоких цифрах ($1,7-3^{\circ}\text{C}$) в целом температура распределяется более равномерно. Физическая нагрузка повышает глубинную температуру проксимальных отделов, особенно области бедра, умеренно увеличивает температуру и подколенного сегмента. С уровня икроножных мышц глубинная температура имеет тенденцию к снижению, а соответственно и увеличению температурного осевого градиента до $2,1-3,7^{\circ}\text{C}$. Нитроглицерин слабо действует на изменение температурного профиля во всех исследуемых точках, что следует объяснить отсутствием потенциальных функциональных возможностей сосудистой системы конечностей. На основании изложенных данных, мы пришли к выводу, что профундопластика является вполне адекватным восстановительным вмешательством, направленным на спасение конечности. Функциональные возможности периферического сосудистого русла ограничены.

3. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ.

I. Глубинная температура отличается от поверхностной своим постоянством, поэтому изменение ее при патологических состояниях имеет большое диагностическое значение.

Таблица 16.

Область исследования	Состояние покоя		Физическая нагрузка		Нитроглицерин	
	прав. град.	лев. град.	прав. град.	лев. град.	прав. град.	лев. град.
Наружный квадрант ягодицы	34,2±0,5	34,2±0,4	34,4±0,4	34,7±0,4	34,3±0,4	34,5±0,4
Средняя треть бедра	34,9±0,7	35,0±0,4	35,3±0,5	35,2±0,4	+0,5	35,3±0,5 +1,0
Подколенная область	34,6±0,5	34,6±0,5	34,8±0,5	34,7±0,5	-0,5	34,6±0,5 -0,7
Икроножные мышцы	34,5±0,6	34,2±0,7	34,3±0,6	34,1±0,6	-0,6	34,4±0,6 -0,2
Нижняя треть бедра	32,8±1,0	33,8±0,5	33,0±0,8	33,5±0,5	-0,6	33,0±0,8 -1,4
Поперечная поверхность	31,9±1,2	33,3±0,7	31,8±1,2	33,1±0,8	-0,4	31,9±1,2 -1,1

2. Каждой степени Х.А.Н., сегменту поражения артериального русла характерен свой температурный профиль с наличием зон температурного раздела. Наиболее значительные из них - подколенная область и область икроножных мышц.

3. Изменение топографии глубинной температуры под влиянием функциональных проб свидетельствует о возможностях макро- и микрососудистого русла, а отсюда позволяет дать определенный прогноз эффективности хирургической коррекции.

4. Изучая влияние реконструктивных операций на состояние микроциркуляции в оперированных конечностях методом функциональной радиотермометрии, мы пришли к убеждению, что даже при адекватно выполненных вмешательствах, в ряде случаев с пульсацией на периферических артериях, при существенном клиническом улучшении, кровообращение в микроциркуляторном русле и тканевой метаболизм полностью не восстанавливались. Особенно это проявлялось у больных с III-IV ст Х.А.Н.

5. Данные функциональной радиотермометрии не позволяют определить уровень поражения артериальной системы, но они дают информацию о функциональном состоянии сосудистой системы, как до, так и после коррекции кровотока.

6. Простота, высокая информативность, неинвазивность выгодно отличают его от других методов функциональной диагностики. Перечисленные возможности радиотермометрии дают основание рекомендовать её как ценный неинвазивный метод для широкого применения в хирургии сосудов. Безвредность, высокая информативность, быстрота получения информации позволяет шире рекомендовать его при определении показаний к ампутации конечности, а особенно при выборе уровня ампутации.

Учитывая, что глубинная температура отражает состояния биоэнергетических процессов в пораженных тканях и органах, следует шире рекомендовать применение метода в диагностике поражений других сосудистых бассейнов (почки, мозг, кишечник).

Техническое совершенствование радиотермометров, направленное на разработку аппаратуры с автоматической обработкой полученных данных, расширит возможности применения метода, в том числе и в поликлинических условиях.

Л и т е р а т у р а

1. Троицкий В.С. Природа и физическое состояние верхнего покрова Луны. - *Астроном.ж.*, 1962, т.39, № 1, с.73-78.
2. Кротиков В.Д., Троицкий В.С. Радиоизлучение и природа Луны. - *УФН*, 1963, т.81, вып.4, с.589-640.
3. Троицкий В.С. К вопросу о неоднородности свойств верхнего покрова Луны в глубину и по поверхности. - *Астрон.ж.*, 1964, т.41, № 4, с.724-732.
4. Бондарь Л.Н., Зелинская М.Р., Стрелнева К.М., Троицкий В.С. Оценка химического состава лунного вещества по радиоастрономическим наблюдениям. - *Астрон.вестник*, 1969, т.3, № 4, с. 191-198.
5. Barrett A.H., Myers P.C. Subcutaneous Temperatures: A Method of Noninvasive Sensing. - *Science*, 1975, v.190, N 4215, p.669 - 671.
6. Barrett A.H., Myers P.C., Sedowsky N.L. Detection of breast cancer by microwave radiometry. - *Radio Science, Supplement*, 1977, v.12, N 6, p.167 - 171.
7. Рахлин В.Д., Зубов М.М., Плечков В.М. Радиометр прямого усиления 5-см диапазона и некоторые результаты его применения в СВЧ термографии. - *Изв.ВУЗов, Радиофизика*, 1982, т.25, № 8, с. 958-961.
8. Троицкий В.С., Абрамов В.И., Аранжереев Е.А., Белов И.Ф., Горбачев В.П., Густов А.В., Демидова В.С., Добрынина Т.Н., Плечков В.М., Сизьмина Л.К., Шмелева А.И. О возможности использования собственного теплового радиоизлучения тела человека для измерения температуры его внутренних органов. - *Препринт №31, Горький, НИРФИ*, 1979.

9. Кобрин М.М., Орлов И.Я., Лебедев В.С., Соловьев В.М., Иванцов В.А. Изучение флуктуаций теплового излучения биологических объектов в СВЧ и ИК диапазонах. - Сборник трудов Всесоюзной конференции "Методические вопросы определения температуры биологических объектов радиофизическими методами" - М.: АН СССР, 1985, с. 3-7.
10. Павлова Л.С., Поляков В.М., Сахаровская В.Г., Стрельническая Т. А., Коржова В.В. Некоторые особенности применения СВЧ-термографии в медицине. - Сборник трудов Всесоюзной конференции "Методические вопросы определения температуры биологических объектов радиофизическими методами". - М.: АН СССР, 1985, с.47-52.
11. Джонсон К., Гай А.В., Воздействие неионизирующего электромагнитного излучения на биологические среды и системы. - Труды Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике. (ТИИЭР), 1972, т.60, № 6, с. 49-79.
12. Троицкий В.С., Аранжереев Е.А., Густов А.В., Оладьшкіна А.И., Сизьмина Л.К., Троицкий Р.В., Цейтлина В.Н. Измерение глубинного температурного профиля биообъектов по их собственному тепловому радиоизлучению. - Изв. ВУЗов, Радиофизика, 1986, т. XXIX, № 1, с.
13. Белов И.Ф., Дивакова Е.К., Добрынина Т.Н. Вибраторные антенны для контактных измерений внутренней температуры тел. - Сборник трудов Всесоюзной конференции "Методические вопросы определения температуры биологических объектов радиофизическими методами". - М.: АН СССР, 1985, с.164-168.
14. Троицкий В.С. К теории контактных радиометрических измерений внутренней температуры тел. - Изв. ВУЗов, Радиофизика, 1981, т. XXIV, № 9, с.1054.
15. Троицкий В.С., Белов И.Ф., Горбачев В.П., Густов А.В., Плечков В.М., Сизьмина Л.К. О возможности использования собственного теплового СВЧ - радиоизлучения тела человека для измере-

ния температуры его внутренних органов: результаты и перспективы . - УЖН, 1981, т.134, вып.1, с.155.

16. Рахлин В.Л. Метод регулируемого поддуливания для устранения ошибок радиотермометра, вызванных рассогласованием антенны с телом. - Изв. ВУЗов, Радиофизика, 1984, т.27, № 9, с.1204-1207
17. Троицкий В.С. К теории контактного радиометра. - Препринт № 186, Горький, НИРФИ, 1984.
18. Dicke R.H. The Measurement of Thermal Radiation at Microwave Frequencies. - The Review of Scientific Instruments, 1946, v.17, № 7, p.268 - 275.
19. Берштейн И.Л. Разработка микроволнового радиометра. - Отчет ГИФТИ, Горький, 1948.
20. Троицкий В.С. - Диссертация, ГИФТИ, Горький, 1949.
21. Троицкий В.С., Рахлин В.Л. Модуляционный радиометр. - Вестник информации, 1951, № 7
22. Троицкий В.С., Рахлин В.Л. Абсолютный микроваттметр на волну 3,2 см - Ученые записки ГТУ и ГИФТИ, 1956, т.XXX.
23. Рахлин В.Л., Родина В.М., Закатов В.А., Зубов М.М. Описание радиометра для встировки антенны - Отчет НИРФИ, 1963.
24. Малахов А.Н. Оптимальные параметры радиометра - Изв. ВУЗов, Радиофизика, 1959, т.П, № 5.
25. Рахлин В.Л., Родина В.М., Зубов М.М., Закатов В.А. Радиометр 10 см диапазона - Вопросы спец.радиоэлектроники, 1964, сер.ХШ, в.12.
26. Есепкина Н.А., Корольков Д.В., Парийский Ю.Н. Радиотелескопы и радиометры. - М.: Наука, 1973.

27. Николаев А.Г., Перцов С.В. Радиотеплолокация. - М.: Сов. радио, 1964.
28. Рахлин В.Л., Родина В.М., Зубов М.М., Закатов В.А. Полосковые двухдиодные и диодно-ферритовые модуляторы для модуляционных радиометров. - Приборы и техника эксперимента, 1970, № 2, с. 151-153.
29. Троицкий В.С., Рахлин В.Л., Развозова Е.П. Исследование тепловой реакции тканей человека на облучение ультразвуком. - ДАН СССР (в печати).
30. Покровский А.В. Вопросы классификаций и название операций в сосудистой хирургии. - Вестн. АМН СССР, 1978, № II, с.89-94.
31. Алексеев П.П. Методы диагностики заболеваний сосудов конечностей. - Л., 1971.
32. Дуткевич И.Г. Артерио-венозные анастомозы при облитерирующем эндартериите, - В кн.: Труды ЛНИИПК, 1960, вып.10, Л., с.36-40.
33. Кузьмичева А.Я. Преобразование капилляров в А. . Анастомозы при облитерирующих заболеваниях артерий нижних конечностей. - Врачебное дело, 1963, № 2, с.23-27.

Дата поступления статьи
3 марта 1987 г.

Николай Алексеевич Макаров

Виктор Лазаревич Рахлин

**РАДИОТЕРМОМЕТРИЯ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В ДИАГНОСТИКЕ
ОБЛИТЕРИРУЮЩЕГО АТЕРОСКЛЕРОЗА АОРТЫ
И АРТЕРИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ**

Подписано в печать 12.05.87 г. МШ 00927. формат 60x84/16
Бумага множительная. Печать офсетная. Объем 2,98 усл. печ. л.
Заказ 4567. Тираж 120. Бесплатно

Отпечатано на роталпривате НИРФИ