

Г. А. МАЛОВ, И. Х. ГЕВОРКЯН, А. В. ПОКРОВСКИЙ, Г. С. МАНУКЯН

РАДИОИЗОТОПНЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ КРОВОТОКА
ПРИ ОБЛИТЕРИРУЮЩИХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ СОСУДОВ
НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Несмотря на хорошо изученную клиническую картину заболеваний артерий нижних конечностей, значение такого показателя как скорость кровотока при этих заболеваниях изучено недостаточно.

В первую очередь это объясняется известными методическими трудностями при регистрации кровообращения обычными методами исследования. Известно, что большинство из них (сернокислая магнезия, хлористый кальций) хотя и дают правильное представление в целом о характере изменений кровотока, все же основаны на субъективных ощущениях больного и не позволяют в полной мере оценить состояние периферического кровообращения при сосудистой патологии.

Подобного недостатка лишен радиоизотопный метод с использованием γ -излучателей в качестве индикатора, позволяющий объективно регистрировать движение меченой крови на различных участках сосудистого русла.

В доступной литературе имеется сравнительно небольшое количество работ, посвященных определению скорости кровотока непосредственно в артериальном русле конечностей при окклюзионных заболеваниях [4, 6, 11].

Что же касается применения радиоактивных веществ для этих целей, то несмотря на большую давность первых исследований [13], число их также невелико. Это объясняется как относительной сложностью проведения процедуры (внутриартериальная пункция), так и отсутствием до последнего времени специальной многоканальной измерительной аппаратуры.

Учитывая возможность метода радиоизотопов в исследовании кровообращения, мы сочли необходимым в настоящей работе выяснить состояние кровотока: 1) в центральном участке сердечно-сосудистого русла (кубитальная вена—бедренная артерия); 2) в периферическом участке артерий нижних конечностей (бедренная артерия—артерии стопы); 3) в капиллярном русле наиболее поражаемых при окклюзиях мышечных групп (икроножная мышца).

Выяснение первого момента нам представлялось необходимым для решения вопроса, в какой мере изменение периферического кровообращения (оно несомненно при окклюзиях конечностей) может быть.

проявлением общих изменений в организме (эндартериит, атеросклероз).

Для этой цели мы воспользовались разработанной в ИССХ АМН СССР методикой исследования кровотока с помощью многоканальной радиокардиографии [3]. Регистрация радиоактивности осуществлялась с помощью 8-канального радиогрфа конструкции Института биофизики АН СССР на следующих участках сердечно-сосудистой системы: венозном (от места введения изотопа—кубитальная вена—до правых отделов сердца), малом кругу кровообращения (правые—левые отделы сердца), артериальном участке (от левого сердца до паховой складки).

В качестве индикатора использовали Na^{24}Cl (5—10 мкк).

Датчики, используемые для регистрации кровотока, были снабжены ФЭУ-35 и кристаллами $\text{NaJ}(\text{Te})$ и окружены свинцовой защитой толщиной 3 см с коллимированными отверстиями, обеспечивающими локальную регистрацию радиоактивности в исследуемых участках. Исследование скорости кровотока в периферических артериях нижних конечностей при внутривенном введении индикатора представляется нецелесообразным по следующим причинам.

Радиоактивный индикатор в значительной степени размывается до поступления в бедренную артерию, и проследить движение волны радиоактивности в других участках конечности, в особенности на стопе, практически трудно. К тому же концентрация индикатора в стопе настолько снижается, что возникает необходимость в значительном увеличении количества вводимого изотопа. Чтобы избежать влияния размыва индикатора и уменьшить лучевую нагрузку, мы воспользовались методом введения индикатора непосредственно в бедренную артерию. В качестве индикатора был взят изотоп Xe^{133} , отличительной особенностью которого является быстрое выведение из организма (95% через 3—5 мин. после введения). Это обстоятельство позволило нам для лучших условий регистрации вводить достаточно большие количества изотопа (100—150 мкк) без видимой лучевой нагрузки (предельно допустимая концентрация при однократном введении—20 мк) [2].

Применение Xe^{133} , обладающего низкой энергией γ -излучения (0,081 mev), облегчает также условия регистрации, так как отпадает необходимость в громоздкой свинцовой защите. А это, в свою очередь, позволяет использовать многоканальную систему регистрации на сравнительно небольшом участке. В конструктивном отношении этим требованиям вполне отвечает вновь созданная восьмиканальная установка «Ксенон», опытный образец которой проходил клинические испытания в ИССХ им. А. Н. Бакулева АМН СССР.

Датчики этой установки снабжены кристаллами $\text{NaJ}(\text{Te}) 30 \times 8$ мм и ФЭУ-35. Коллиматоры с облегченной свинцовой защитой имели диаметр 3 и высоту 5 см. Датчики (по 3 на каждую ногу) устанавливались при положении больного лежа на спине над бедренной артерией у места пункции, в подколенной ямке и над тылом стопы. Учитывая уменьшение концентрации по мере движения изотопа к периферии и

замедление скорости его движения, мы соответствующим образом подбирали режим работы каналов: чувствительность 1-го канала (бедро) было 300 имп./сек., и постоянная времени интенсиметра 0,2 сек.; 2-го канала (колени) соответственно—100 имп./сек., и 0,5 сек.; 3-го канала (стопа)—30 имп./сек. и 1 сек. Регистрация радиоактивности осуществлялась с помощью самописца Н-320/5, скорость движения записи — 1 см/сек.

Появление изотопа над той или иной областью регистрировалось обычно в виде волны радиоактивности, расстояние между пиками которой, измеренное в секундах, давало возможность рассчитать скорость кровотока (рис. 1).

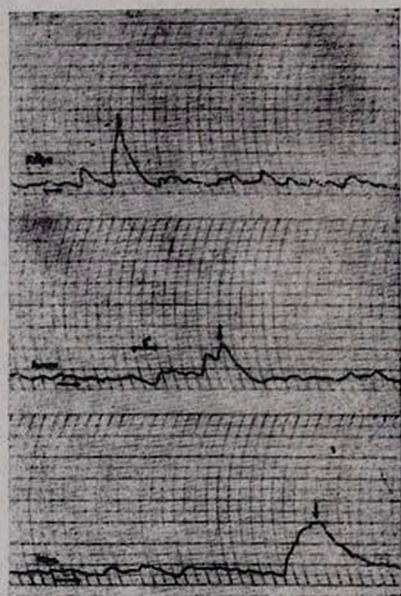


Рис. 1.

И, наконец, состояние капиллярного кровообращения оценивалось нами по величине клиренса изотопа из внутримышечного депо [7]. В качестве индикатора был использован также Xe^{133} , который вводился в количестве 10—15 мкк, в объеме 0,2 мл в икроножную мышцу на глубину 2—2,5 см. Над областью введения устанавливался один из датчиков установки «Ксенон» в режиме 1000 имп./сек. с постоянной времени—2 сек. Регистрация осуществлялась также на самописце Н-320/5 со скоростью 0,1 мм/сек. Поскольку очищение тканевого депо от индикатора осуществляется по экспоненциальному закону, то полученную запись переносили на график в полулогарифмическом масштабе и определяли время полувыведения— $T_{1/2}$ которое и служило показателем клиренса (рис. 10). Применение этого метода для определения интенсивности

тканевого кровотока не является новым и освещено в некоторых работах, посвященных выяснению капиллярного кровообращения при различных нарушениях периферического артериального кровообращения [5, 8, 9, 10, 14].

Большинство исследователей отмечает при этом замедление скорости очищения тканевого депо от изотопа не только при окклюзионных, но и воспалительных поражениях сосудов конечностей.

Определение скорости кровотока в большом и малом кругах кровообращения было проведено у 26 чел. с поражениями сосудов нижних конечностей. У 16 из них наблюдались окклюзионные поражения брюшной аорты и артерий нижних конечностей, у 10—облитерирующий эндартериит.

В качестве контроля взяты данные 35 чел., не страдающих заболеваниями сердечно-сосудистой системы, а для сравнительной оценки изменений в скорости кровотока при общем поражении сердечно-сосудистой системы—данные больных с коронарокардиосклерозом и хронической коронарной недостаточностью (табл. 1).

Как видно из табл. 1, скорость кровотока на различных участках сердечно-сосудистого русла как у больных эндартериитом, так и у больных атеросклеротическим поражением сосудов практически не изменена по сравнению с нормой. Некоторое замедление кровотока у

Таблица 1

Скорость кровотока в большом и малом кругах кровообращения

Диагноз	Количество обследованных	ВП (вена—сердце)	ПЛ (малый круг)	ЛБ (сердце—бедрен. артерия)	ВБ (куб. вена—бедр. артерия)
Норма	35	$5,2 \pm 0,6$	$5,2 \pm 0,5$	$6,6 \pm 0,7$	$17,2 \pm 2,0$
Облитерирующий эндартериит	10	$4,6 \pm 0,6$	$5,0 \pm 0,5$	$5,5 \pm 1,0$	$16,2 \pm 1,3$
Облитерирующий атеросклероз аорты и артерий нижних конечностей	16	$6,3 \pm 0,5$	$6,0 \pm 0,3$	$6,7 \pm 0,4$	$19,0 \pm 1,0$
Коронарокардиосклероз	11	$6,4 \pm 0,8$	$6,8 \pm 0,5$	$10,2 \pm 1,0$	$23,2 \pm 1,6$
Аневризма левого желудочка	10	$6,3 \pm 0,9$	$8,2 \pm 0,9$	$10,0 \pm 0,6$	$24,7 \pm 1,9$

больных с окклюзионными поражениями можно объяснить возрастным фактором. Возраст больных этой группы в большинстве случаев превышал 50 лет, и это не могло не сказаться на скорости кровотока, которая несколько замедляется с возрастом [12].

В то же время замедление кровотока, которое нами отмечено у лиц с хронической коронарной недостаточностью и выраженными яв-

лениями кардиосклероза, несомненно, является проявлением общего заболевания, хотя при этом мы должны отметить, что наличие аневризмы левого желудочка мало влияет на общую картину гемодинамики.

Таким образом, это сравнение еще раз подчеркивает, что изолированное поражение сосудов нижних конечностей, хотя и является в большинстве своем проявлением общего заболевания (атеросклероз), все же не вызывает изменений в скорости кровотока в центральном участке сердечно-сосудистой системы, и, следовательно, изменение кровотока в артериях конечностей главным образом должно определяться локальным поражением сосудистой системы.

Таблица 2

Диагноз	Возраст больных				
	20—30 л.	31—40 л.	41—50 л.	51—60 л.	61—70 л.
Облитерирующий эндартерит	2	6	2	1	—
Облитерирующий атеросклероз	1	2	6	8	8

Определение скорости регионарного кровотока в нижних конечностях путем введения изотопа непосредственно в бедренную артерию было проведено у 53 чел., из которых 17 не имели явлений недостаточности артериального кровообращения, и их показатели были взяты в качестве контроля. Из остальных 36 чел. у 11 был облитерирующий эндартерит и 25 чел. страдали синдромом Лериша и облитерирующим атеросклерозом.

Всего было проведено 107 определений регионарного кровотока указанным методом. Среди обследованных нами больных с окклюзионными заболеваниями артерий мужчин было 30, женщин—6. Распределение больных по возрасту представлено в табл. 2.

В норме кривые, регистрирующие скорость кровотока (радиограммы), характеризуются быстрым и крутым подъемом и спадом (рис. 1). Время движения меченой крови от места введения в бедренную артерию до подколенной артерии (БК) колебалось от 3 до 9,0 сек., время достижения сосудов стопы (КС) не превышало 13,4 сек. В среднем эти показатели для нормы составили $4,9 \pm 0,3$ сек. (БК) и $5,8 \pm 0,3$ сек. (КС), а в целом на отрезке БС— $10,7 \pm 0,5$ сек. Определенный разброс показателей, свойственный любой методике, в наших исследованиях мог быть обусловлен также и реакцией сосудистой стенки на пункцию. Именно этим объясняется различие в показателях скорости кровотока у больного Г. И. (контроль) в правой и левой ноге. В то время как скорость кровотока в правой ноге (рис. 2) находится в пределах нормы, в левой ноге (рис. 3) отмечается значительное (почти вдвое) замедление не только линейной скорости кровотока, но и тканевого кровотока

(рис. 4, 5). Между тем ни клиническая картина основного заболевания (аневризма аорты), ни состояние периферического артериального русла (артериография) не позволяют предположить какое-либо различие в кровоснабжении конечности.

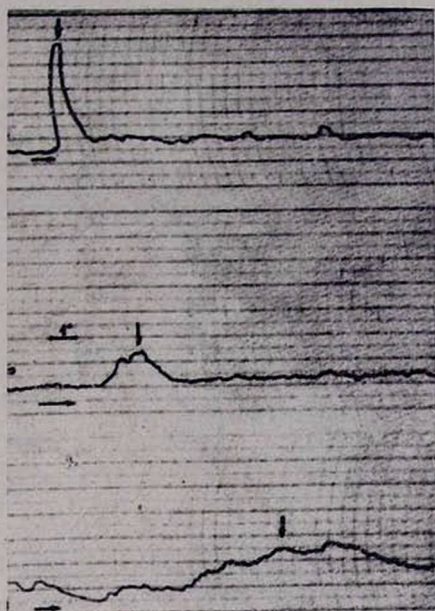


Рис. 2.

У больных с окклюзионными заболеваниями артерий нижних конечностей цифры скорости регионарного кровотока, как правило, превышают нормальные (табл. 3).

Таблица 3
Скорость регионарного кровотока

Диагноз	БК (бедро- колено) $M \pm m$	БС (бедро- стопа) $M \pm m$	P
Норма	$4,9 \pm 0,3$	$10,7 \pm 0,5$	—
Облитерирующий эндартериит	$6,5 \pm 0,5$	$17,6 \pm 1,2$	$<0,001$
Облитерирующий атеросклероз	$7,8 \pm 0,3$	$21,2 \pm 0,9$	$<0,001$

При этом замедление кровотока при выраженности атеросклеротического процесса было более значительным и в некоторых случаях достигало 40 сек. на всем исследуемом участке. Причиной этого являются окклюзии бедренной артерии, подтвержденные артериографиче-

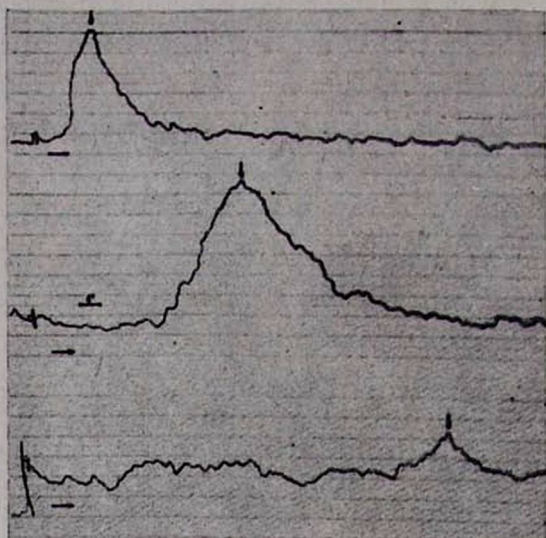


Рис. 3

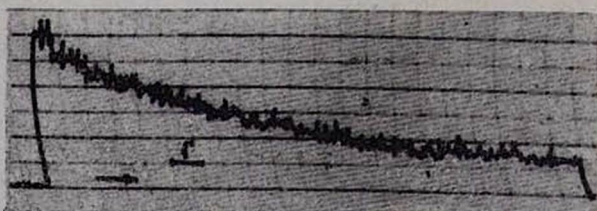


Рис. 4.

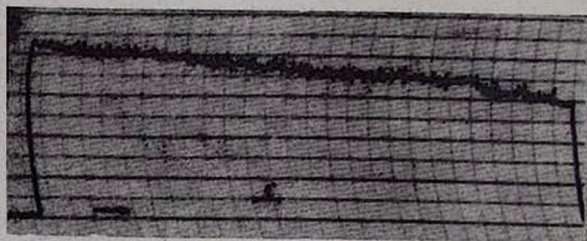


Рис. 5.

скими данными и данными объемной сфигмографии. На радиограммах подъем и спад кривых был более пологим, а на стопе не всегда удавалось определить четкий пик радиоактивности вследствие резкого замедления кровотока (рис. 6, 7). Приход основной массы меченой крови определялся нами по максимальному подъему кривой.

Одновременно с определением регионарного кровотока у большинства исследуемых нами больных было проведено исследование ткане-

вого кровотока. Всего было выполнено 52 определения: у 8 больных с облитерирующим эндартериитом (14), у 15 больных с облитерирующим атеросклерозом (24) и у 10 человек контрольной группы (14) (табл. 4).

Как показали результаты этих исследований, скорость тканевого

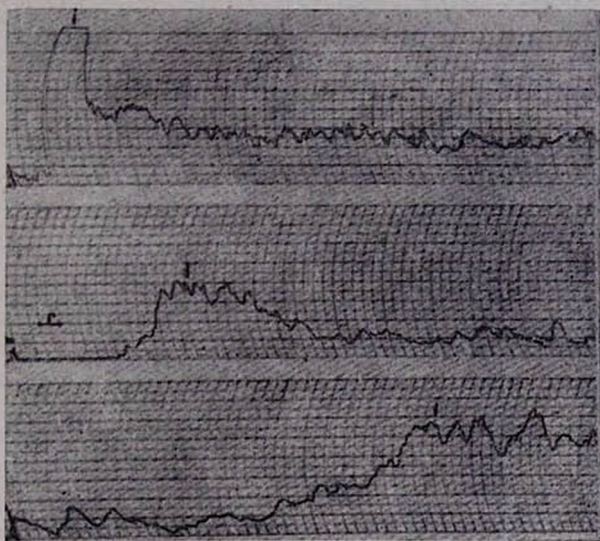


Рис. 6.

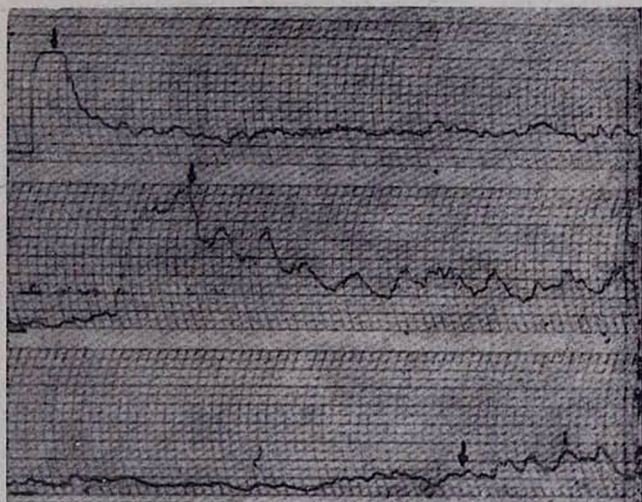


Рис. 7.

кровотока, выражающаяся во времени полувыведения изотопа ($T^{1/2}$) из икроножной мышцы, наглядно свидетельствует о значительном нарушении одного из основных звеньев артериального русла—капиллярного, ответственного за трофику тканей. Значительное различие во вре-

мени полувыведения изотопа из икроножной мышцы, которое отмечается для исследуемых нами групп больных (рис. 8, 9), по сравнению с нормой (рис. 10) является, по нашему мнению, проявлением более выраженной степени замедления регионарного кровотока на отрезке колено-стопа.

Таблица 4
Время полувыведения Xe^{133} из икроножной мышцы

Д и а г н о з	Время полу- выведения изотопа $M \pm m$	P
Норма	$9,6 \pm 0,6$	—
Облитерирующий эндартериит	$26,6 \pm 4,4$	$< 0,001$
Облитерирующий атеросклероз	$30,3 \pm 4,6$	$< 0,001$

Эта зависимость между линейной скоростью артериального кровотока и скоростью тканевого кровотока, отмечаемая нами ранее [3] для больных с нарушением центрального кровообращения (пороки сердца), находит и здесь хорошее подтверждение. В большинстве наших наблю-

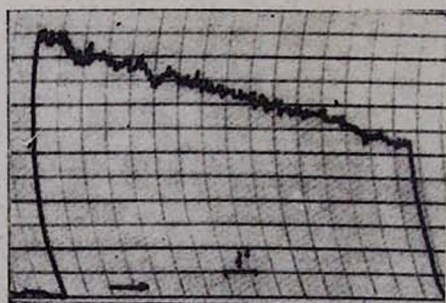


Рис. 8.

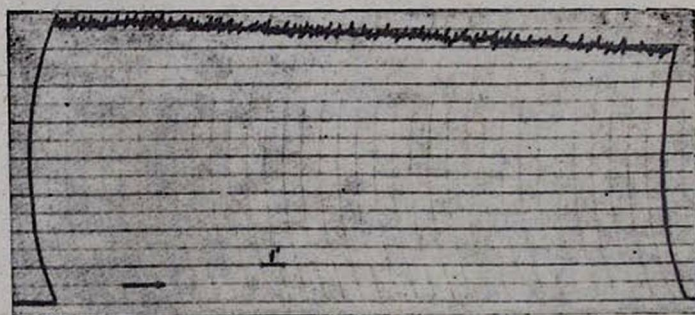


Рис. 9.

дений отмечался определенный параллелизм в изменении этих двух показателей: с замедлением регионарного кровотока увеличивается время выведения изотопа из внутримышечного депо.

Таким образом, комплексное исследование скорости кровотока методом радиоизотопной индикации у больных с окклюзионными поражениями сосудов нижних конечностей позволило выявить, что скорость кровотока в малом кругу и центральных участках большого круга кровообращения практически не изменяется по сравнению с нормой.

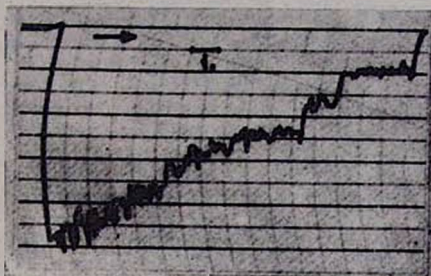


Рис. 10.

В то же время облитерирующие поражения сосудов нижних конечностей приводят к значительному замедлению регионарного кровотока на участке бедро-стопа. Несмотря на то, что степень замедления кровотока определяется локализацией, выраженностью и характером окклюзии в целом по исследуемым группам, замедление регионарного кровотока более значительно у больных с облитерирующим атеросклерозом. При этом нарушения кровотока в артериальном русле сопровождаются соответствующими изменениями в капиллярном кровообращении.

Кафедра госпитальной хирургии
Ереванского медицинского института,
Лаборатория радиоизотопов,
Отделение сосудистой хирургии Института
сердечно-сосудистой хирургии АМН СССР

Поступило 20/V 1968 г.

Գ. Ա. ՄԱԼՈՎ, Ի. Խ. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ, Ա. Վ. ՊՈԿՐՈՎՍԿԻ, Գ. Ս. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ

ԱՐՅԱՆ ՀՈՍԹԻ ՔՆՆՈՒԹՅԱՆ ՌԱԴԻՈԻԶՈՏՈՊԱՅԻՆ ՄԵԹՈԴԸ՝ ՍՏՈՐԻՆ
ՍԱՅՐԱՆԴԱՄԵՆՐԻ ԱՆՈՒՆԵՐԻ ԽՅԱՆՈՎ ՀԻՎԱՆԴՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԺԱՄԱՆԱԿ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հեղինակները ստորին ծայրանդամների անոթների խցանող հիվանդություներով տառապող հիվանդների մոտ արյան հոսքի արագությունը որոշել են Xe^{133} և Na^{24}Cl իզոտոպների միջոցով: Այդ նպատակով հետազոտվել են վերոհիշյալ հիվանդություներով տառապող մեծ թվով հիվանդներ: Հետազոտ-

ման արդյունքները ցույց են տալիս, որ նորմալի հետ համեմատելիս, այդ հիվանդների մոտ արյան հոսքի արագությունը սրտ-անոթային սխտեմի կենտրոնական հատվածներում համարյա չի փոփոխվում: Միևնույն ժամանակ, ռեգիոնար (զարկերակային) և հյուսվածքային (կապիլյարային) հոսքի արագությունը խցանող էնդարտերիտով և խցանող աթերոսկլերոզով տառապող հիվանդների մոտ բավական դանդաղում է: Որպես օրենք, ռեգիոնար հոսքի արագության դանդաղումն ուղեկցվում է հյուսվածքային հոսքի արագության դանդաղումով:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Габелова Н. А., Малов Г. А. Медицинская радиология, 1960, 12, 5, стр. 17.
2. Калантаров К. Д., Варенцов Ю. М., Лясс Ф. М. Медицинская радиология, 1966, 8, стр. 19.
3. Малов Г. А. В кн.: Вопросы клинической физиологии. М., 1962, стр. 286.
4. Agrifoglio G., Thorburn G. D. a. Edwards E. A. Surg. Gyn. Obst., 1961, 113, 5, 641.
5. Grabowski R., Franecki G. Pol. Arch. Med. Wewn, 1964, 34, 3, 265.
6. Jones E. L., Wagner H. N. a. Zuidema G. D. Arch. of Surgery, 1965, 91, 5, 725.
7. Kety S. S. Amer. Heart Journ., 1949, 39, 3, 321.
8. Lassen N. A., Lindbjerg J., Munck O. Lancet, 1964, 1, 686.
9. Lindbjerg J. F. Scand. J. Clin. a. Lab. Invest., 1965, 17, 4, 371.
10. Lindbjerg J. F. Clin. Sci., 1966, 30, 3, 399.
11. Mac Intyre W. J., Storaasli J. P., Krieger H., Pritchard W. a. Friedell H. L. Radiology, 1952, 59, 6, 849.
12. Schroder J., Borner W. Arztl. Wochensch, 1958, 13, 26, 578.
13. Smith B. C. a. Quimby E. H. Radiology, 1945, 45, 4, 335.
14. Tonnesen K. H. Scand. J. Clin. a. Lab. Invest., 1965, 17, 5, 433.