

О. С. АНТОНОВ, Э. Б. ТАРАСЕВИЧ, Д. А. СИНЕЛЬНИКОВ,
В. Я. ЦВЕТКОВ, Б. Х. ЭЗДЕКОВ

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ МИКРОФОТОМЕТРИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕГОЧНОГО РИСУНКА ПРИ ВРОЖДЕННЫХ ПОРОКАХ СЕРДЦА С ПЕРЕПОЛНЕНИЕМ МАЛОГО КРУГА КРОВООБРАЩЕНИЯ

Врожденные пороки сердца сопровождаются изменением легочной гемодинамики, что находит свое выражение на рентгенограммах легких в изменении легочного рисунка. Рентгенологическая оценка степеней изменения его субъективна, поэтому проблема развития объективных методов исследования остается актуальной. Мы пытаемся найти способ объективного количественного анализа изменений легочного рисунка на рентгенограммах при врожденных пороках сердца с переполнением малого круга кровообращения, для чего используется микрофотометрирование определенных участков легких.

Последние 10 лет микрофотометрия широко применяется в медицине [3, 7, 8, 11, 13, 17, 18]. В настоящем сообщении обсуждаются результаты, полученные при обследовании 53 больных с изолированными дефектами перегородок сердца и магистральных сосудов и 25 здоровых людей способом микрофотометрирования рентгенограмм легких.

Скоростным микрофотометром фирмы «Карл Цейс» определяются оптические плотности в 4 межреберьях правого легкого (в 2—над диафрагмой и 2—под ключицей) и в 2 верхних межреберьях левого легкого по 3 профилям в каждом. Микрофотометрирование выполнялось при перемещении рентгеновской пленки с постоянной скоростью. Размер светового пятна $1,0 \times 0,05$ мм. Замер оптических плотностей на профиле выполнялся с шагом 0,4 мм, только у 1 больного в легких фиксировалось 2000—2500 значений оптических плотностей. Для исключения влияния различных режимов рентгенографии, проявления разной конституции обследуемых брались не абсолютные значения оптических плотностей, а относительные, полученные по применяемым в фотограмметрии формулам [12]. Пересчет абсолютных значений в относительные и последующее построение гистограмм выполнялось с помощью ЭВМ. На гистограммах по оси абсцисс откладываются интервалы относительных оптических плотностей, а по оси ординат—количество измерений одинакового значения в процентах. Таких гистограмм на каждой рентгенограмме 6, соответственно исследуемым межреберьям (рис. 1, 2, 3).

Оценивать изменения легочного рисунка возможно, изучив 6 участков легких потому, что гемодинамические нарушения при пороках сердца, как правило, находят свое выражение практически в любом участке легкого.

Пропорциональность наступающих изменений сосудистого рисунка

легких с количеством балластной крови вероятно существует, но не может быть пока оценена, так как существующий описательный способ оценки легочного рисунка субъективен и не поддается количественному анализу. Привлечение микрофотометрии для анализа рентгеновского изображения легких является попыткой количественного анализа легочного рисунка при некоторых пороках сердца.

Все интервалы оптических плотностей на гистограммах для сопоставления их с контрольными были сгруппированы: 0,1—0,3—минимальные плотности, соответствующие наиболее крупным сосудам легкого; 0,4—0,6—плотности промежуточной интенсивности, более многочисленные разветвления сосудов легкого, суммация теней сосудов легкого, суммация теней сосудов III—IV порядка; 0,7—1,0—плотности на рентгенограмме в местах наибольшего почернения пленки. «Темное» поле легочного рисунка соответствует плащу легкого и, возможно, его собственной структуре.

В группе здоровых людей при нормальном кровотоке в легких экстремальный пик гистограмм на уровне I и II межреберий в обоих легких обозначился в зоне максимальных плотностей сплошной линией. В нижней половине правого легкого на уровне IV—V межреберий вершина гистограмм сдвинута в зону промежуточных плотностей. Минимальные плотности легочного рисунка на всех гистограммах в меньшем количестве.

При анализе контрольных гистограмм выявлены определенные соотношения минимальных и максимальных оптических плотностей в процентах (табл. 1, норма).

Наименьший процент «светлого» легочного поля выявлен под ключицами, здесь же больший процент «темного» поля, выразившийся в левом легком иными числовыми показателями по сравнению с правым. «Светлое» поле преобладает на уровне IV ребра справа [6], где происходит деление ствола нисходящей легочной артерии на долевые и сегментарные ветви [9, 10]. Кровенаполнение, а, следовательно, и выраженность легочного рисунка апикальных отделов легкого меньше, чем базальных [9, 10], что связано с разницей в гидростатическом давлении между верхушкой и основанием легкого [5, 15, 16]. В данном случае описательный способ трактовки легочного рисунка согласуется с измерительным. Нами замечена асимметрия легочного рисунка в 2 легких у здорового человека при нормальном кровотоке [14]. Разница настолько мала, что рентгенологически не заметна, и кровотоки в легких считаются стабилизированным, а любая рентгенологически заметная асимметрия в легочном рисунке считается патологией легочной гемодинамики.

Все исследуемые с изолированными шунтами сердца по распределению плотностей на 6 гистограммах легких отличаются от нормы и между собой. Наметились 3 группы больных с однотипными отклонениями от нормы.

В наметившемся разделении необходимо отметить группирование

Таблица 1

Место исследования	Интервал плотностей	Количественные соотношения оптических плотностей одинакового значения на рентгенограмме легких здоровых и больных людей (в %)						
		п а т о л о г и я						
		норма	I гр.	вероят. разл.	II гр.	вероят. разл.	III гр.	вероят. разл.
м. р. левого легкого	0,1—0,3	15,71	16,09	<0,95	19,51	>0,98	15,75	<0,95
	0,7—1,0	56,76	46,81	<0,95	38,01	>0,95	45,83	<0,95
м. р. левого легкого	0,1—0,3	15,71	20,75	<0,95	20,83	>0,95	14,03	<0,95
	0,7—1,0	52,76	55,46	<0,95	46,93	>0,95	52,24	<0,95
м. р. правого легкого	0,1—0,3	13,85	19,71	>0,95	19,71	>0,95	13,50	<0,95
	0,7—1,0	45,43	50,36	0,98	39,32	<0,95	52,66	<0,95
м. р. правого легкого	0,1—0,3	20,53	29,90	>0,98	25,17	>0,98	22,83	<0,95
	0,7—1,0	51,87	44,94	<0,95	43,75	>0,95	45,28	>0,95
м. р. правого легкого	0,1—0,3	22,00	22,89	<0,95	48,87	>0,98	26,05	<0,95
	0,7—1,0	40,36	37,45	<0,95	21,60	>0,98	36,34	>0,95
м. р. правого легкого	0,1—0,3	19,58	26,64	>0,95	37,02	>0,98	18,21	<0,95
	0,7—1,0	38,30	30,66	>0,95	21,36	>0,98	34,25	>0,95

* Вероятность различия характеризует наличие или отсутствие значимости статистического различия нормы и патологии. Величина <0,95 соответствует достоверному отсутствию различия; величина >0,98 соответствует наличию значимого статистического различия; величина >0,95 соответствует промежуточному значению вероятности.

и гемодинамических данных. Всем больным проводилось зондирование полостей сердца, некоторым выполнялась ангиокардиография. Расчет минутного объема крови и сброс через дефект проводился по методу Фика. Комплексное обследование больных дало возможность максимально учесть состояние сосудистого русла и гемодинамики малого круга кровообращения, сопоставить данные, полученные разными методами исследования, и определить достоверность результатов микрофотометрирования рентгенограмм.

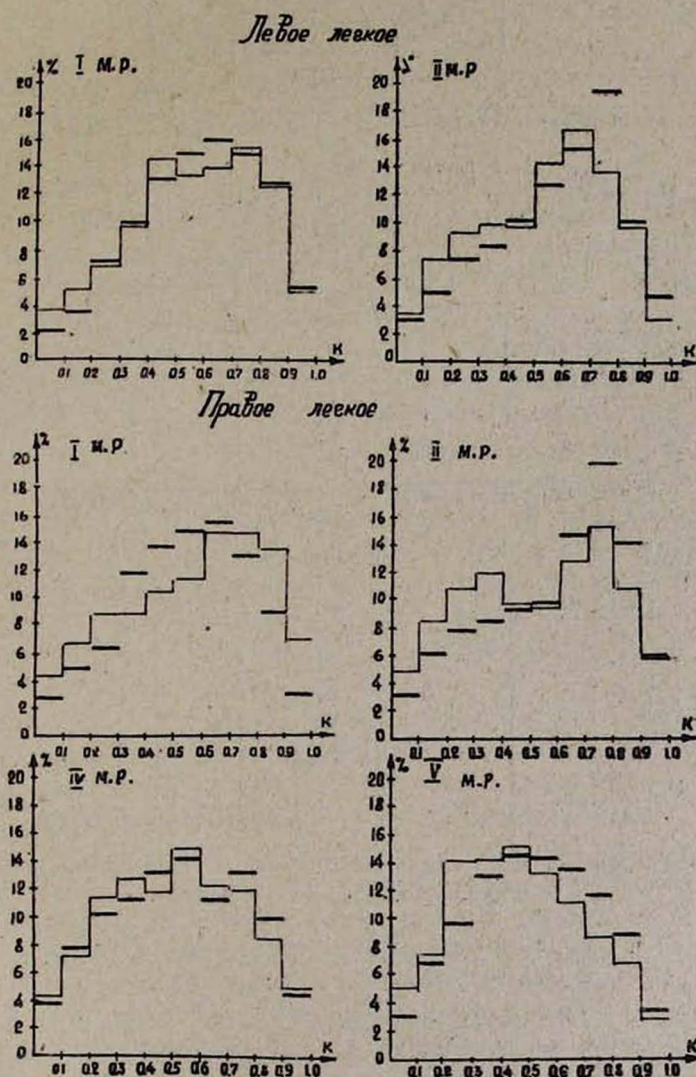


Рис. 1. Нормальное распределение в процентах количества относительных оптических плотностей определенных значений на рентгенограммах легких. Сплошная линия—гистограммы легких здоровых людей с нормальным кровотоком. Штрих-пунктир—гистограммы больных с дефектами перегородок сердца без нарушения легочной гемодинамики (I группа).

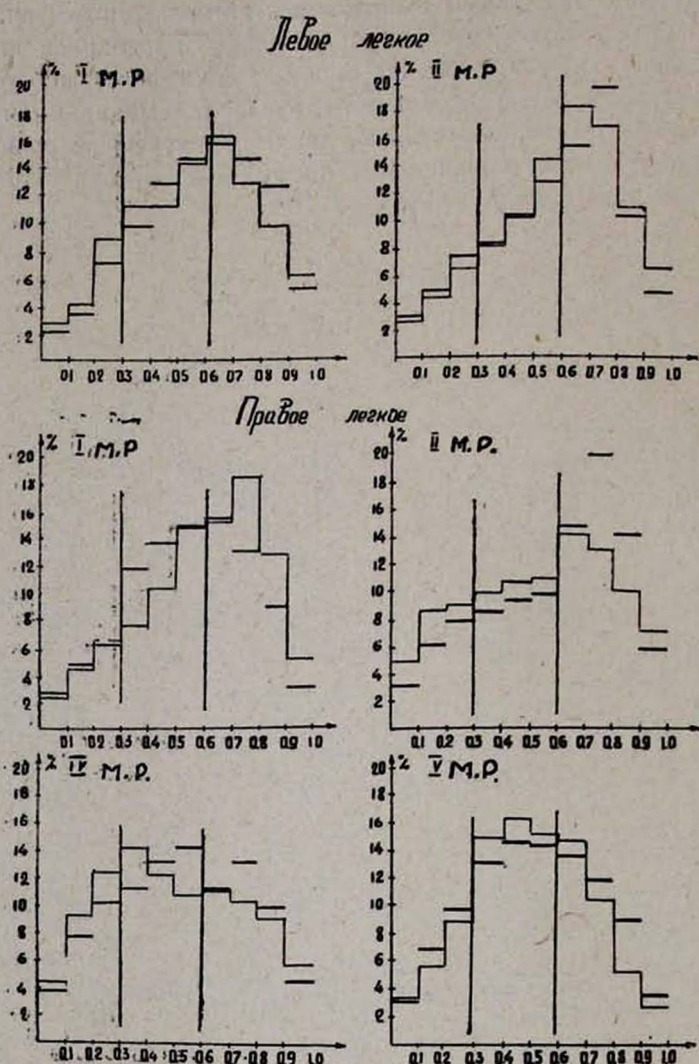


Рис. 2. Пунктирная линия—гистограммы больных с переполнением малого круга кровообращения (II группа).

В I группу вошли 13 больных, на гистограммах которых в правом легком под ключицей определяется увеличение общего количества максимальных (0,7—1,0) и уменьшение промежуточных (0,3—0,6) оптических плотностей по сравнению с нормой. Различия статистически достоверны (табл. 1). В левом легком, на этом же уровне, различий с нормой не выявлено. На уровне II межреберья в правом легком определяется снижение количества «темного» поля и увеличение общей суммы минимальных и промежуточных оптических плотностей (0,1—0,6). Такие же отклонения от нормы выявлены и в левом легком, но в меньшей степени, поэтому на данном материале различия с нормой статистически незначимы.

В IV межреберье справа соотношения и количественные значения оптических плотностей совпадают с таковыми у здоровых лиц. Над диафрагмой выявлено повышение оптических плотностей только в интервале 0,2—0,3 и уменьшение числа плотностей в интервале 0,7—0,8. Такие единичные различия в оптической характеристике легочного рисунка хотя статистически достоверны, но не могут быть критерием увеличенного объема крови в базальном отделе правого легкого и замечены рентгенологически.

Рассматривая данные в свете распределения объема крови по сосудистой системе легких данной группы больных, можно считать его увеличенным только в верхней половине легких, причем справа несколько больше, чем слева, а легочный рисунок усиленным в верхней зоне и неизменным в остальных (рис. 1). Заметить подобные изменения в рисунке легких при традиционной его оценке «на глаз» чрезвычайно трудно.

При клиническом обследовании оказалось, что это однотипные больные без признаков нарушения кровообращения в легких. Систолическое давление в легочной артерии у них составляло 28/10—36/12 мм рт. ст. Артерио-венозный сброс—до 6,3 л/мин., сопротивление сосудов малого круга кровообращения—105—250 дин. см. сек⁻⁵. Легочный рисунок на обзорной рентгенограмме и на ангиокардиограмме расценивался как нормальный. Артериализация крови легочных вен оставалась 100%. Таким образом, у этой группы больных с изолированными дефектами перегородок сердца графический показатель плотности сосудистого кровенаполнения в верхних зонах справа выше, чем у основания легкого. Такой легочный рисунок можно расценивать как *нормальный с элементами цефализации*, что не противоречит данным гемодинамического исследования, но отчетливо не проявляется рентгенологически и соответствует порокам сердца и сосудов с полностью компенсированным нарушением кровотока в малом круге кровообращения без деформации его сосудистого русла.

Во II группу с однотипным перераспределением оптических плотностей по легочному рисунку вошли 22 человека. На 4 гистограммах правого легкого и 2—левого наблюдается повышенное содержание минимальных оптических плотностей и резкое снижение их в интервале максимальных значений по сравнению с гистограммами здоровых людей. Это можно трактовать как общее увеличение емкости сосудистого русла, вмещающего больший объем крови по сравнению с нормой, соответственно уменьшение бессосудистого пространства в легких.

Распределение балластной крови по легким происходит неравномерно. Если в I и II межреберьях обоих легких увеличение минимальных плотностей происходит на 4—6%, то на уровне IV и V—их число возрастает на 100%. В таких же соотношениях происходит и уменьшение максимальных плотностей (рис. 2, табл. 1, гр. II).

Во всех наблюдениях давление в легочной артерии было увеличено до 100/64 мм рт. ст. Артерио-венозный сброс, по расчетным данным,

до 15 л/мин. При изучении ангиопневмограмм больных выявлена небольшая извилистость терминальных ветвей легочной артерии и умеренное обеднение мелкососудистой артериальной сети. Венозное русло оставалось по-прежнему широким. В этой группе, несмотря на значительное повышение давления в легочной артерии, изменения периферической циркуляции малого круга кровообращения были выражены умеренно.

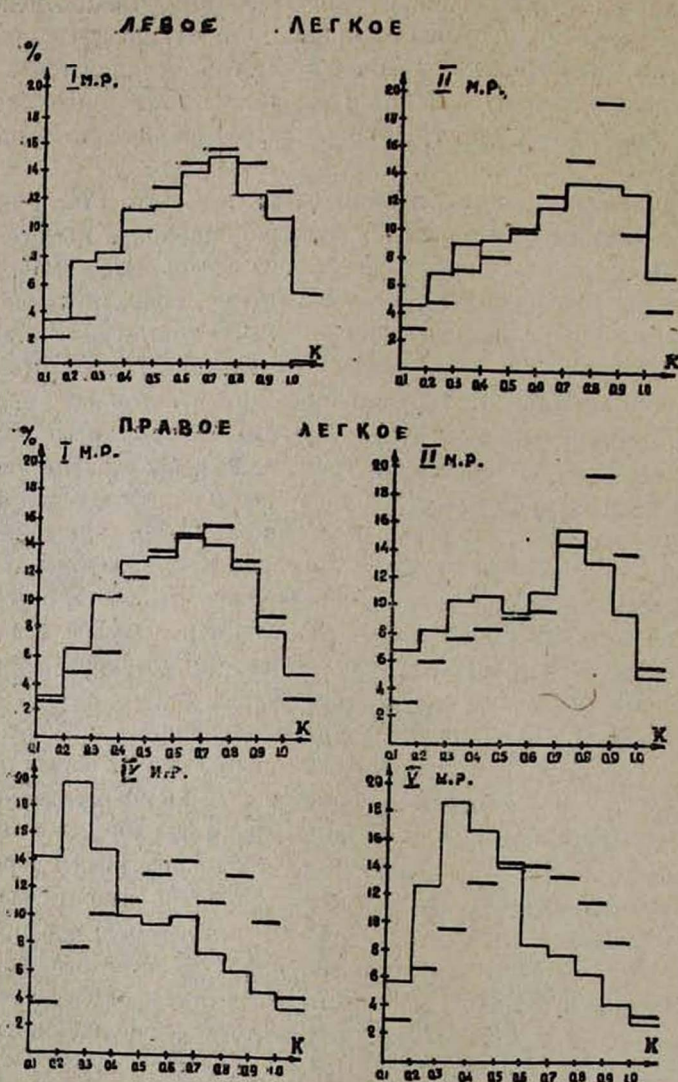


Рис. 3. Штриховая линия—гистограммы больных с уравновешенным или уменьшенным кровотоком в системе легочной артерии (III группа).

Изменения легочного рисунка по типу обогащения сосудистыми элементами от верхних отделов до базальных, известные в литературе под терминами «гиперволемия» [1, 4, 10], «централизация» [14] или

«усиление легочного рисунка», выделяются при микрофотометрическом способе оценки сосудистого рисунка легких и на рентгенограммах при визуальном чтении.

В III группе—17 человек. В правом легком на уровне I, II, IV межреберий количество оптических плотностей 0,1—0,3 практически совпадает с таковыми у здоровых людей, в то же время сумма оптических плотностей 0,7—1,0 уменьшена во II, IV, V межреберьях справа и во II—слева. Это говорит о повышении общей воздушности легочной ткани за счет уменьшения сети терминальных сосудистых разветвлений. Возможно предположить, что при таких соотношениях имеет место уменьшение объема крови в сосудистом русле малого круга кровообращения (рис. 3).

Такой характер оптической перестройки легочного рисунка объединил больных с крайними нарушениями кровообращения по легочному кругу. Во всех наблюдениях III группы систолическое давление в легочной артерии практически равнялось давлению в аорте, имел место переменный или вено-артериальный сброс через свищ между большим и малым кругами кровообращения, чаще преобладал последний. При рентгенологическом исследовании преобладание темных фототонов над светлыми не всегда четко определяется, и такая рентгенологическая картина иногда трактуется как нормальная, а при правильной оценке наступивших изменений служит критерием необратимых изменений сосудистого русла легких.

При рентгеноконтрастном исследовании легочных сосудов у больных III группы выявляются значительные нарушения: терминальные ветви легочной артерии обрублены, деформированы, сегментарные ветви просматриваются в виде грубых тяжей без четкого древовидного ветвления. Мелкоосудистая сеть контрастируется плохо. Оперативному лечению такие больные не подлежат.

Наш первый опыт статистического анализа рентгенограмм легких путем их фотометрирования показывает возможность статистически достоверного различия 3 групп больных врожденными пороками сердца с переполнением малого круга кровообращения, отличающихся между собой объемом балластной крови, циркулирующей в легочном круге. Разработка проблем в направлении количественного анализа изменений легочного рисунка указанных групп больных методом микрофотометрии и сопоставление этих данных со способами прямого определения минутного объема крови, вероятно, позволит в будущем перейти к количественному определению минутного объема крови малого круга кровообращения бесконтрастными способами рентгеновского исследования.

Օ. Ս. ԱՆՏՈՆՈՎ, Է. Բ. ՏԱՐԱՍԵՎԻՉ, Դ. Ա. ՍԻՆԵԼՆԻԿՈՎ,
Վ. Ե. ԷԶԴԵԿՈՎ

ՄՐՏԻ ԲՆԱԾԻՆ ԱՐԱՏՆԵՐԻ ԺԱՄԱՆԱԿ ԱՐՅԱՆ ՓՈՔՐ ՇՐՋԱՆԱՌՈՒԹՅԱՆ
ԳԵՐԼՑՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ՄԻԿՐՈՖՈՏՈՏՈՄԵՏՐԻԱՅԻ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ
ԳՆԱՀԱՏԱԿԱՆԸ ԹՈՔԱՅԻՆ ՆԿԱՐԻ ՓՈՓՈՆՈՒԹՅԱՆ ԱՆԱԼԻԶԻ ՀԱՄԱՐ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Թոքերի ռենտգենոգրամաների միկրոֆոտոմետրիայի մեթոդը թույլատրում է օբյեկտիվորեն գնահատել թոքային նկարի փոփոխությունները գերլցմամբ ուղեկցվող սրտի բնածին արտաների ժամանակ:

O. S. ANTONOV, E. B. TARASEVICH, D. A. SINELNIKOV, V. Ya. TSVETKOV,
B. Kh. EZDEKOV

ASSESSMENT OF MICROPHOTOMETRIC POSSIBILITY FOR THE CHANGE ANALYSIS OF THE PULMONARY PICTURE IN CONGENITAL HEART DISEASES WITH THE REPLETION OF THE LESSER CIRCLE CIRCULATION

Summary

Microphotometric method of the pulmonary roentgenograms allows objectively to value the changes of the pulmonary picture in congenital heart diseases with the repletion of the lesser circle circulation.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов О. С. Дисс. канд., Ташкент, 1962.
2. Бондаренко А. Я. Дисс. канд., Л., 1966.
3. Григорян Э. А., Ажеганова Г. С., Могилевская Э. Б. Кардиология, 1969, 6, 51—56.
4. Галочкин В. И., Муругов В. С. Казанский медицинский журнал, 1969, 4, 49—51.
5. Зильбер А. П. Регионарная функция легких. Петрозаводск, 1971, 280.
6. Инцертова Б. Г. Дисс. канд. М., 1949.
7. Каримов М. Г., Нуриев Г. Г., Богатырев Г. Б. Вестник рентгенологии и радиологии, 1972, 2, 98—99.
8. Минкин Е. С. Дисс. канд., Пермь, 1967.
9. Микаелян А. Л., Кяндарян К. А. В кн.: «Вопросы недостаточности миокарда и кровообращения». Ереван, 1966, 116—117.
10. Рабкин И. Х. Рентгеномиотика легочной гипертензии. М., 1967, 330.
11. Рыбакова Н. И., Рассохин Б. М., Галиакбарова М. Ф. Вестник рентгенологии и радиологии, 1969, 6, 17—21.
12. Шербаков В. И., Тарасевич Э. Б., Синельников Д. А. В кн.: «Раннее выявление, диагностика, лечение и реабилитация больных заболеваниями сердечно-сосудистой системы». Новосибирск, 1976, 276—278.
13. Эльяшев Л. И. Дисс. докт. М., 1968.
14. Chen, Capp, Johnsrude, Goodrich, Zester. The American J. of Roentgenology 1971, 112, 3, 559—570.
15. Donald. Brit J. Dis. Chest. 1960, 54, 2, 175—181.
16. Doyle, Wilson, Warren. Circulation, 1952, 5, 269—270.
17. Garavaglia. Minerva radiologica 1964, 9, 78, 289—293.
18. Gros, Sacrer, Walter, Grumbach. Journal de radiologie d'electrologie et de medecine nucleaire, 1969, 50, 5, 369—376.