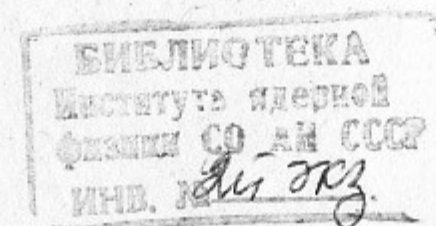




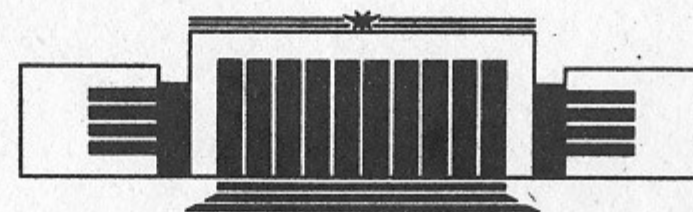
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

Ю.И. Бородин, В.А. Головнев, Г.Н. Драгун,  
Е.Л. Зеленцов, Г.Н. Кулипанов, Н.А. Мезенцев,  
В.Ф. Пиндюрин, А.С. Соколов, М.А. Шеромов

РЕНТГЕНОВСКАЯ ИНТРОСКОПИЯ МЕДИАСТИНАЛЬНЫХ  
ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ



ПРЕПРИНТ 87-55



НОВОСИБИРСК



РЕНТГЕНОВСКАЯ ИНТРОСКОПИЯ МЕДИАСТИНАЛЬНЫХ  
ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Ю.И.Бородин,<sup>✳</sup> В.А.Головнев,<sup>✳</sup> Г.Н.Драгун,<sup>✳</sup>  
Е.Л.Зеленцов,<sup>✳</sup> Г.Н.Кулипанов,<sup>✳</sup> Н.А.Мезен-  
цев,<sup>✳</sup> В.Ф.Пиндюрин,<sup>✳</sup> А.С.Соколов,<sup>✳</sup>  
М.А.Шеромов<sup>✳</sup>

✳ Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск  
✳ Институт физиологии СО АМН СССР, Новосибирск

А Н Н О Т А Ц И Я

Представлены результаты исследований здоровых и патологически измененных лимфатических узлов человека. Результаты получены методом рентгеновской сканирующей разностной микроскопии и микротомографии на синхротронном излучении из накопителя ВЭШ-4 (Новосибирск) и дополнены данными прямой проекционной рентгенографии на рентгеновской трубке, а также исследованием морфологического строения лимфоузлов. Проводится сравнение результатов, полученных разными методами. Указываются преимущества метода разностной рентгеновской микроскопии для исследований механизма функционирования лимфатических узлов.

Необходимость улучшения диагностики различных заболеваний, особенно на ранних стадиях их проявления требует совершенствования методов инструментального и лабораторного исследования. В последние десятилетия в медицинской практике внедрены и развиваются новые методы интроскопии - визуализации внутренних органов с получением матричных изображений при помощи ЭВМ, такие как: компьютерная рентгеновская томография, сонография, радионуклидная диагностика и др., основанные на определении анатомического строения и топографических взаимоотношений внутренних органов или количественном определении содержания и распределения препаратов в различных тканях для исследования функционального состояния органов и систем организма.

Одним из разрабатываемых методов интроскопии является цифровая разностная ангиография с использованием синхротронного излучения /1-4/. По сравнению с другими рентгеновскими методами разностная ангиография имеет значительные преимущества, позволяющие проводить контрастные исследования сосудистой системы организма с вычитанием "фона", который обусловлен поглощением рентгеновских квантов в тканях, не содержащих контрастного препарата. Данные преимущества открывают широкие возможности контрастных исследований артериальной и венозной систем организма.

Лимфография - контрастное исследование лимфатической системы, хотя и основана на том же принципе, что и контрастная артерио-и флебография, в то же время имеет свои особенности. Они связаны прежде всего со строением лимфатической системы (ЛС), которая представлена не только сетью сосудов, но и лимфатическими узлами, распределенными в организме по региональному принципу. В функциональном отношении продвижение рентгеноконтрастных препаратов по ЛС по сравнению с кровеносной системой осуществляется значительно медленнее, что делает её системой "медленно изменяемых структур", обладающей большей доступностью для рентгено-радиологического исследования по сравнению с кровеносной системой. Контрастные препараты длительное время (часы, дни) сохраняются в лимфатических узлах. Это позволяет следить за динамикой их продвижения и, в ряде случаев, избегать повторного введения.

Необходимость изучения ЛС продиктована в большой степени



недостаточной изученностью морфофункциональных преобразований, протекающих в нормальных условиях лимфодинамики и при патологических состояниях, а также той огромной ролью, которую играет ЛС в организме в поддержании постоянства его среды. Именно в ЛС происходит первый ответ на воздействие внешнего агента. Возможность фиксировать эти ранние изменения морфоструктуры и функции ЛС с помощью современных методов в большой степени определяет раннюю диагностику целого ряда патологических состояний, позволяет проследить их течение.

Медленное продвижение рентгеноконтрастных препаратов позволяет проводить тщательное исследование структуры лимфатических узлов на рентгенограммах с целью выработки рентгенологических признаков, характерных для различных состояний организма, а также использовать и адаптировать данные, полученные на статических (*in vitro*) объектах с помощью современных методов исследования микроструктуры, раскрывающих механизмы контрастирования лимфатических узлов.

С помощью сканирующей разностной рентгеновской микроскопии и микрофотографии с использованием синхротронного излучения (СИ) из накопителя ВЭП-4 /5,6/ в качестве статических объектов были исследованы лимфатические узлы средостения человека. Предварительно в структуру лимфоузлов вводился контрастный препарат - коллоидный раствор двуокиси тория.

В проводимых исследованиях выявлялись различия в изображениях лимфатических узлов на обычных и разностных рентгенограммах, полученных при сканировании с шагом 100 мкм и с пространственным разрешением 65 мкм. Различия в изображениях варьировались в зависимости от размеров, плотности лимфоузлов и концентрации содержащегося в них контрастного препарата. Отчетливо проявились преимущества исследований с использованием СИ, заключающиеся в "выделении" рентгеноконтрастного элемента в структуре лимфатических узлов, что позволяет исследовать пространственное распределение элемента независимо от размеров и плотности лимфатических узлов и определять концентрацию вводимых препаратов. Для контроля проводилась электро-рентгенография исследуемых лимфатических узлов с 4-5 - кратным прямым увеличением рентгеновского изображения, а также исследование морфологического строения лимфоузлов. Данные, полученные с помощью разностной микроскопии и электро-рентгено-

графии, существенно дополняют друг друга и подтверждают результаты, полученные ранее при исследовании лимфатических узлов экспериментальных животных методом рентгенофлуоресцентного анализа на СИ /7/.

На Рис.1 "а" и "б" приведены обычная и разностная рентгенограммы частично заполненного контрастным препаратом медиастинального лимфатического узла. Разностная рентгенограмма дает полное представление об истинном распределении контрастного препарата и его концентрации в различных отделах лимфоузла. Линия в центре изображения лимфоузла указывает уровень среза, по которому была сделана компьютерная томограмма, представленная на Рис.1 "в", "г" - обычная и разностная. Разностная компьютерная микрофотограмма лимфатического узла существенно дополняет данные, полученные с помощью микроскопии, в визуализации пространственного распределения контрастного препарата в структуре узла. На Рис.1 "д" соответственно представлена электро-рентгенограмма этого узла, несущая значительно меньше информации.

На Рис.2 "а", "б", "в" приведены обычная, разностная и электро-рентгенограммы неизмененного медиастинального лимфатического узла, полностью заполненного контрастным препаратом. Сопоставление изображений на обычной и разностной рентгенограммах показывает что обычная рентгенограмма не дает истинного распределения препарата в структуре лимфоузла. На разностной рентгенограмме пространственное распределение препарата выявлено с большой достоверностью за исключением низких концентраций препарата в области ворот лимфоузла, сосудистой ножки, а также в области краевого синуса лимфоузла. В неизменных лимфатических узлах при гистологическом исследовании синусная система хорошо выражена во всех отделах лимфоузла с сохранением её архитектоники и калибров сосудов (фрагмент гистологического среза представлен на Рис.2 "г"). Равномерное распределение контрастного вещества в лимфоузле позволяет объективно судить о сохранности его транспортной функции.

На Рис.3 "а", "б" представлены обычная и разностная рентгенограммы лимфоузлов бронхопупмональной группы средостения больного с хроническим воспалительным процессом. Заметна резко выраженная неравномерность контрастирования лимфо узла. Истинное распределение контрастного элемента представлено на разностной рентгенограмме. При хроническом воспалительном про-



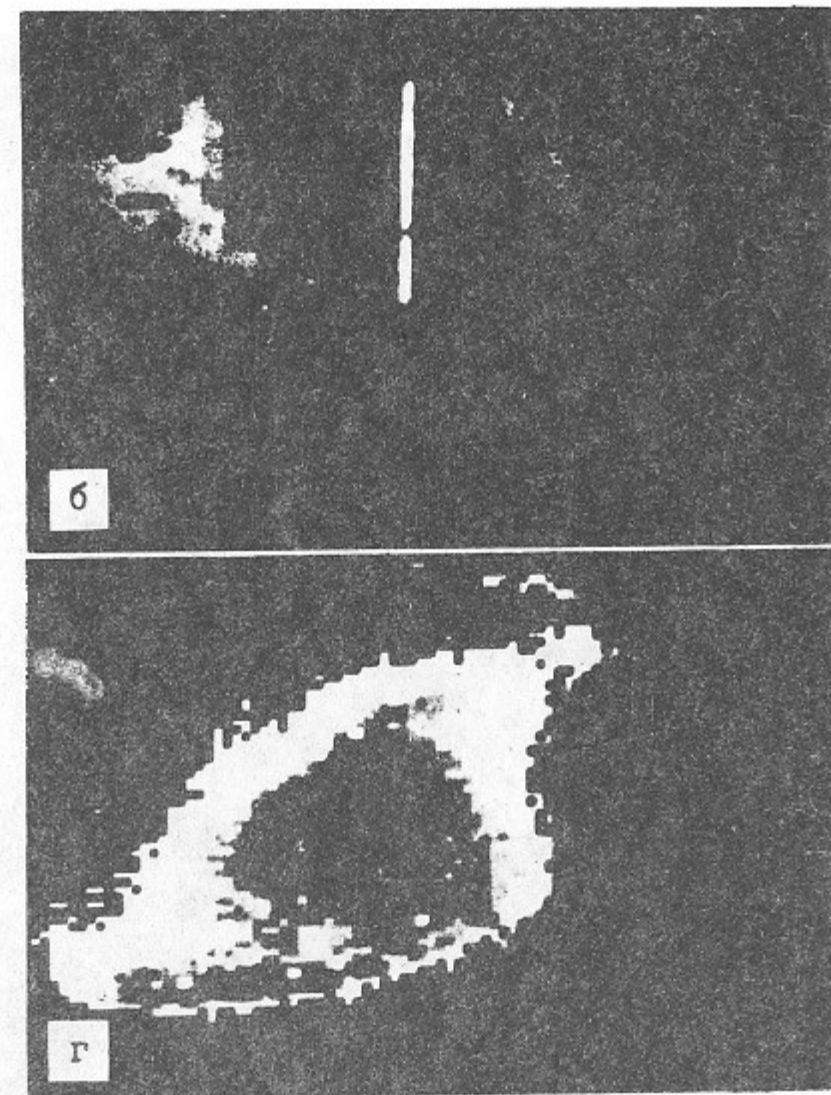
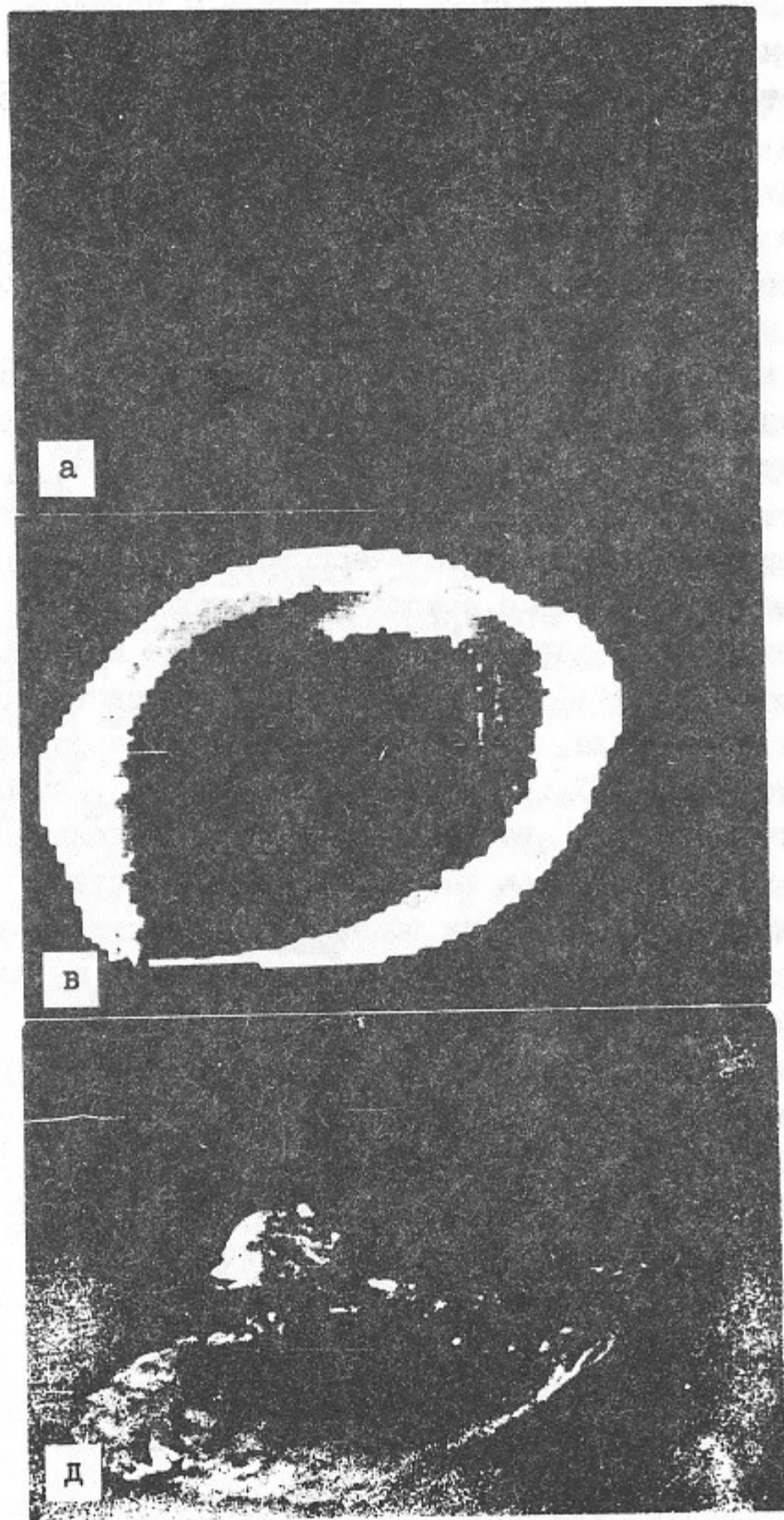


Рис.1. Обычная ("а") и разностная ("б") рентгенограммы медиастинального лимфатического узла. Обычная ("в") и разностная ("г") томограммы, сделанные по срезу, показанному на рис. "а" и "б" линией. Электрорентгенограмма этого узла ("д").

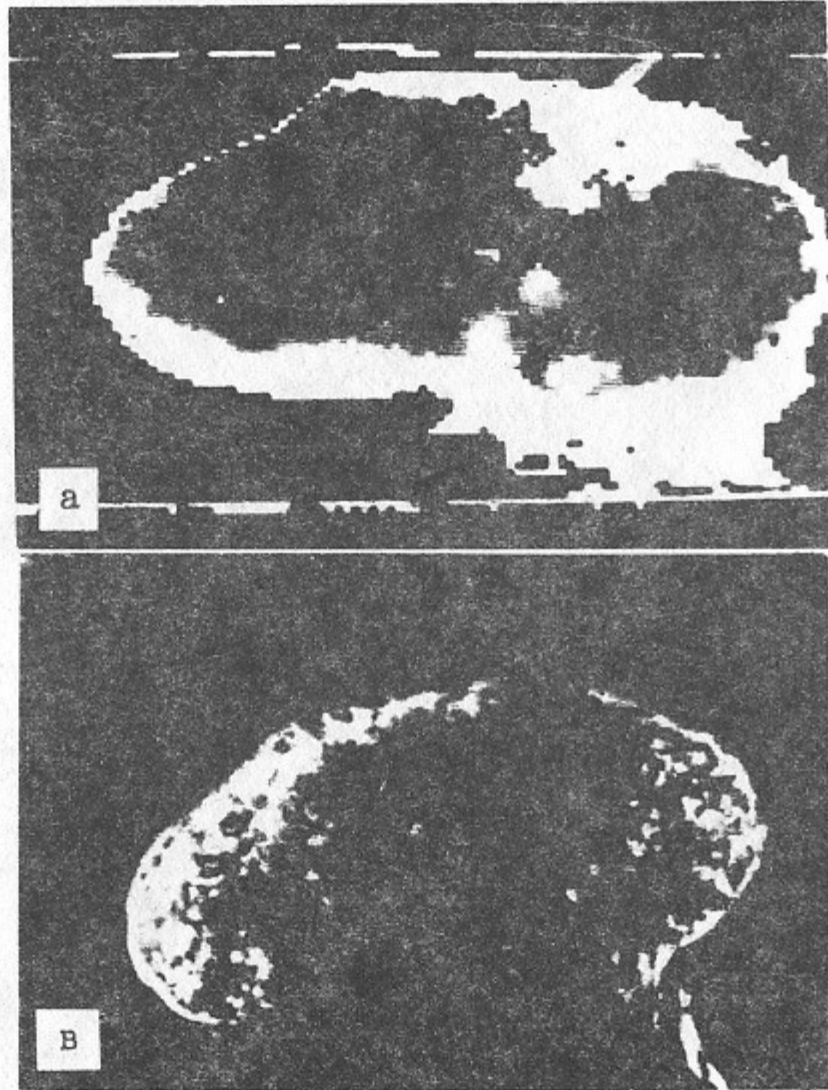
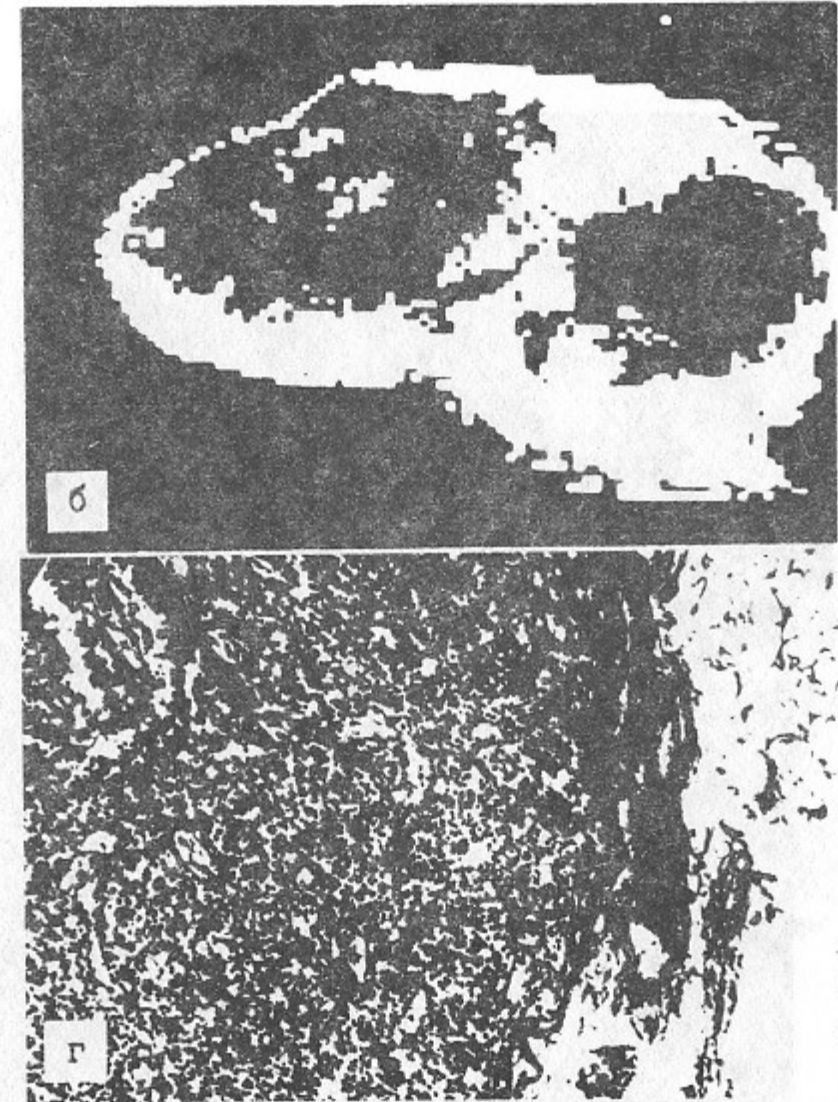


Рис.2. Обычная ("а"), разностная ("б") и электрорентгенограмма ("в") неизмененного медиастинального лимфатического узла. Фрагмент гистологического среза узла ("г").





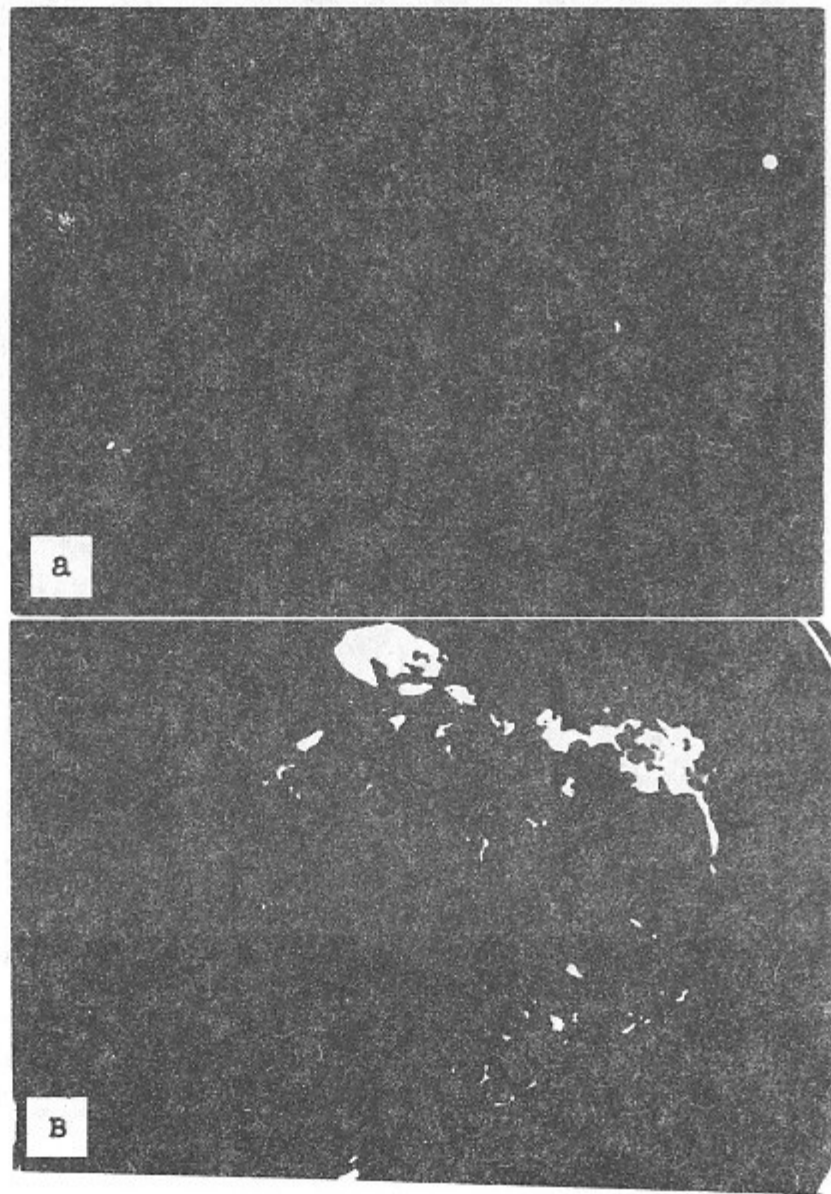
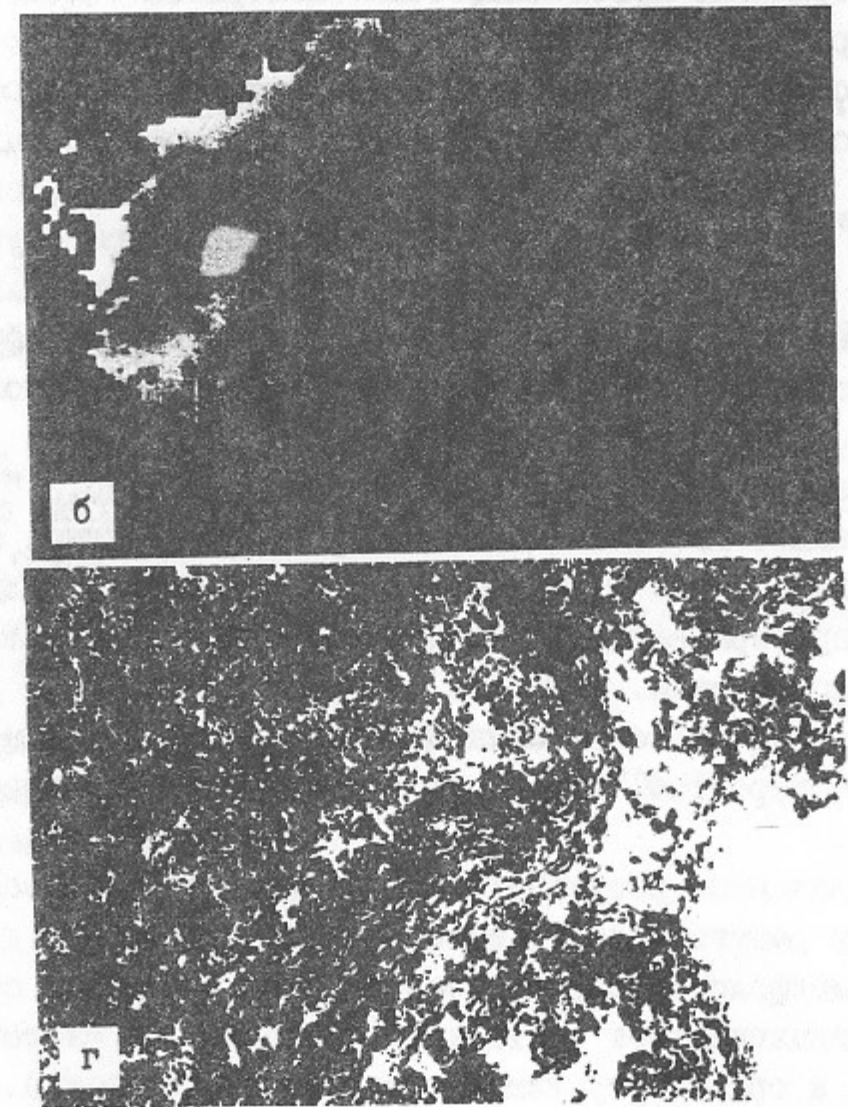


Рис.3. Обычная ("а"), разностная ("б") и электрорентгенограмма ("в") лимфоузла бронхоплевональной группы средостения больного с хроническим воспалительным процессом. Фрагмент гистологического среза узла ("г").



цессе в лимфоузлах бронхопульмональной группы гистологическое исследование (фрагмент гистологического среза показан на Рис.3 "г") выявляет резкое нарушение архитектоники синусной системы с её деформацией, склерозом, облитерацией и развитием коллатеральных путей лимфотока. Контрастное вещество неравномерно распределяется по лимфоузлу.

При хроническом воспалительном процессе способность лимфатической системы средостения к транспорту контрастных препаратов резко снижена /5/. Лимфостазы, лимфотромбозы, склероз и облитерация синусной системы, наблюдаемые в этом случае и выключающие целые участки ткани лимфоузла из нормального лимфообращения или резко снижающие его транспортные функции, и определяют "мозаичность" и беспорядочность рентгеновского изображения лимфоузлов.

Электрорентгенограмма, представленная на Рис.3 "в", подтверждает данные гистологического строения и данные, полученные с помощью обычной и разностной микроскопии исследуемого лимфоузла, претерпевающего в различной степени выраженные нарушения лимфодинамики. Наиболее контрастированным на рентгенограммах является новообразованный лимфоузел в верхнем полюсе изображения, вероятно, выполняющий компенсаторные транспортные функции.

Представленные результаты позволяют сделать вывод о том, что характер рентгеновского изображения лимфоузлов детерминирован их морфологическим строением, что в большой степени отражает функциональное состояние их проводящей системы, способность ее к транспорту лимфы в период исследования. Рентгеновские изображения лимфоузлов обладают также специфичностью в характере контрастирования.

Исследование микроструктуры лимфатических узлов с помощью сканирующей разностной компьютерной рентгеновской микроскопии и микрофотографии является прямым методом для выявления пространственного распределения препаратов в структуре лимфоузлов. Метод обладает высокой разрешающей способностью и также дает возможность количественного определения даже малых концентраций препаратов. В то же время отсутствуют недостатки других методов рентгеновской интроскопии, не позволяющих проводить исследования структуры при вычитании "фона".

#### Л и т е р а т у р а :

1. E.N.Dementyev et al.. Nuclear Instruments and Methods, A246 (1986) 726.
2. W.-R.Dix et al.. Nuclear Instruments and Methods, A246 (1986) 702.
3. A.Akisada et al.. Nuclear Instruments and Methods, A246 (1986) 713.
4. E.B.Hughes et al.. Nuclear Instruments and Methods, A246 (1986) 719.
5. Э.А.Бир и др.. Труды VI Всесоюзного совещания по использованию синхротронного излучения СИ-84. - 1984, Новосибирск, с.212.
6. Yu.I.Borodin et al.. Nuclear Instruments and Methods, A246 (1986) 649.
7. В.Б.Барышев и др.. Труды VI Всесоюзного совещания по использованию синхротронного излучения СИ-84. - 1984, Новосибирск, с.341.



Д.И.Бородин, В.А.Головнев, Г.Н.Драгун,  
Е.Л.Зеленцов, Г.Н.Кулпанов, Н.А.Мезен-  
цев, В.Ф.Пиндюрин, А.С.Соколов,  
М.А.Шеромов

РЕНТЕГЕНОВСКАЯ ИНТРОСКОПИЯ МЕДИАСТИНАЛЬНЫХ  
ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Препринт  
№ 87-55

Работа поступила - 28 мая 1986 г.

---

Ответственный за выпуск - С.Г.Попов  
Подписано к печати 18.05.87г. МН 08186  
Формат бумаги 60x90 1/16 Усл.1,0 печ.л., 0,9 учетно-изд.л.  
Тираж 250 экз. Бесплатно. Заказ № 55

---

Ротапринт ИЯФ СО АН СССР, г.Новосибирск, 90