

## МЕДИЦИНСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### Требования, предъявляемые медициной к конструкции рентгеновских аппаратов

П. ДЕАК

С начала открытия рентгеновских лучей врачи-рентгенологи, конструкторы рентгеновских аппаратов и техники тесно сотрудничают друг с другом. Немного имеется таких отраслей медицины, которые требовали бы от работников такой высокой технической подготовки как радиология. Немного также и таких отраслей промышленности, которые требовали бы больших общих медицинских знаний и сознания ответственности, чем область конструирования рентгеновских аппаратов, которые в результате не соответственной для живого организма конструкции или вследствие неправильного их применения могут нанести непоправимый вред.

Именно поэтому необходимо тесное взаимодействие врачей-рентгенологов и конструкторов рентгеновских аппаратов. Постоянно растущие требования врачей-рентгенологов всегда являлись крупнейшим стимулом для конструкторов рентгеновских аппаратов, и наоборот, новые, более мощные, более совершенные и современные рентгеновские аппараты дают возможность врачам производить новые медицинские наблюдения и разрабатывать с помощью рентгеновских аппаратов новые методы и способы лечения.

Результатом этого взаимодействия явилось то, что рентгенология за несколько десятилетий прошла такой бурный путь развития, который почти не наблюдался в других областях медицины. Еще четверть века тому назад во всем мире находилось в эксплуатации огромное число таких рентгеновских аппаратов, мощность которых

еле достигла 70 кв и у которых еще имелась возможность непосредственного поражения током. А за прошедшие с тех пор двадцать лет мы добились того, что безопасность и почти неограниченные мощности уже не являются проблемой.

Кроме того на передний план вышли новые, частично разрешимые, а частично и неразрешимые технические проблемы, требующие от заинтересованных сторон еще более тесного сотрудничества. Это с одной стороны вопросы автоматизации аппаратов, а с другой стороны вопросы защиты от рентгеновских лучей. Естественно, конечно, что наряду с этим существует еще большое число значительных частных проблем и ежедневная практика будет выдвигать все новые и новые такие частные проблемы. Однако, для нас, рентгенологов, наиболее серьезными кажутся в настоящее время именно эти две проблемы.

Вопрос автоматизации рентгеновских аппаратов в рамках общих стремлений техники к автоматизации прошел довольно большой путь развития. Несмотря на все это преимущество, имеются и определенные недостатки, и именно поэтому я со своей стороны не являюсь сторонником чрезмерной автоматизации. Автоматизация в том смысле, чтобы воспрепятствовать всем возможностям перегрузки рентгеновской трубки и возможным производственным авариям рентгеновских аппаратов — дело полезное и хорошее. Такая же автоматизация, при которой — как это принято говорить — «даже ребенок сможет управлять рентгеновским аппаратом», не озна-

чает неременного преимущества. По моему опыту исправление таких автоматов является исключительно трудным делом, требующим специальных знаний, а это означает потерю многих полезных рабочих часов, что в наши дни, в период все возрастающих требований, предъявляемых к рентгенологии, является часто очень вредным. Такая автоматизация, служащая упрощению не самого аппарата, а только обращению с ним, часто преследует коммерческие цели и направлена скорее к тому, чтобы такой «легко управляемый» и любым могущий быть использованный аппарат мог быть куплен любым человеком без всякой особой заботы. В этом и кроется настоящая опасность! Тот, кто купит рентгеновский аппарат, будет не только управлять им, но и работать на нем, лечить, обследовать больных, ставить диагнозы и применять терапию. Эту часть работы, однако, не сможет облегчить никакая автоматика. Я часто видел, что такие легко управляемые, современные аппараты пробуждали в больных веру в то, что с их помощью можно лучше проводить рентгеновские исследования; абсурдность таких убеждений не требует, разумеется, особых разъяснений.

За последние двадцать лет в связи с конструкцией рентгеновских аппаратов все более на первый план выходит также и проблема защиты от рентгеновских лучей. В этот период мы познакомились с частью биологического влияния лучей. В связи с этим к имевшимся до сих пор значительным проблемам прибавилась еще одна не малая задача: обеспечение защиты от излучений больного, врача и обслуживающего персонала. Известно, что совершенная защита от излучения, то есть такая защита, которая полностью исключает любое лучевое поражение, не может быть осуществлена. В этой области речь действительно может идти лишь о компромиссах. В таких узких рамках не имеется возможности обсудить комплекс проблем защиты от рентгеновских излучений, однако необходимо внушить людям и в настоящий момент это важнее всего — что совершенного защищенного от излучения аппарата нет. Это

необходимо подчеркнуть потому, что в связи с рентгеновскими аппаратами и оборудованием не одна фирма подчеркивает «совершенную защиту от рентгеновских лучей». Это, однако, таит в себе очень большую опасность. Соответственно не подготовленный врач, а возможно и не специалист-рентгенолог, который не знаком точно с упомянутым положением может работать на аппарате без сознания ответственности и специфики аппарата. И в этом, в неограниченно растянутом времени просвечивания, в просвечивании, которое велось аппаратами, работавшими на высокой нагрузке, с большей чем требовалось силой тока и напряжением, кроется наибольшая опасность. В течение последних лет все яснее и решительнее подтверждается, что наряду с соматологическими повреждениями значительную роль в возникновении генетических повреждений сыграли исключительно распространенные рентгеновские исследования и облучения рентгеновскими лучами. Именно поэтому исключительно важно с точки зрения такой защиты рентгеновского оборудования подчеркнуть этот вопрос. Желательно было бы, в особенности в тех местах, где аппаратом пользуются не специалисты-рентгенологи, прилагать к оборудованию инструкцию для пользования, которая обращает внимание именно на эти точки зрения, и поставлять аппараты вместе с таким гонадо-защитным устройством, применение которого снижает до минимума опасность повреждений.

Довольно значительное средство предотвращения лучевых поражений я вижу в том, если при монтаже и установке в кабинете рентгеновских аппаратов будут учитывать направления возможного рассеяния лучей, и фирма, поставляющая аппараты, сама устанавливала и монтировала их таким образом, чтобы в этих направлениях не было возможности находиться ни больным, ни обслуживающему персоналу. Наконец, счастливым сочетанием автоматизации и усилением защиты от рентгеновских лучей было бы такое автоматическое устройство, — которое мы все с радостью приветствовали бы, которое автоматически

выключало бы рентгеновский аппарат после измерения определенного количества лучей и этим самым положило бы конец перегрузке, наступающей вследствие просвечивания. Особенно подчеркивает значение этого вопроса то обстоятельство, что относительно усилителя изображения очень многие, в первую очередь не специалисты, считают, что он в совершенстве защищает от лучей, и поэтому — как об этом говорит наш собственный опыт, приобретенный во многих операционных — его применяют безгранично долгое время без всякой предварительной адаптации.

В наших рентгенотерапевтических учреждениях уже с самого начала обращают гораздо большее внимание на излучение. В соответствии с этим защита наших рентгенотерапевтических аппаратов более совершенна. Наши рентгенотерапевтические аппараты обычно трудно передвигаемы, расположены в кабинетах с толстыми сте-

нами или стенами, выложенными свинцом, все считают это естественной, само собою разумеющейся принадлежностью рентгенотерапевтических аппаратов. У диагностических аппаратов, однако в целях удешевления производства, в интересах более изящного и современного оформления и обеспечения удобства врачей часто даже у самых современных аппаратов не обращают внимания и пренебрегают необходимой защитой от рентгеновских лучей. Это надо считать недопустимым и в централизованном порядке позаботиться о том, чтобы на всех диагностических аппаратах были обеспечены хотя еще и не указанные точно в стандартах повторные измерения защитных условий. В Венгрии поэтому введен систематический контроль защиты от рентгеновских лучей. А наш завод, выпускающий рентгеновские аппараты, в конструкциях последних лет вынес эту точку зрения на передний план.

## Роль и значение метода „жестких лучей” в современных рентгенодиагностических исследованиях

З. ЖЕБЕК и Э. МЕШТЕР

За последние десятилетия многочисленными сообщениями занимались методом, известным под названием «техника жестких лучей» (Hartstrahltechnik) т. е. по существу тем вопросом, каким образом можно было бы производить рентгеновские снимки более рационально. Стремление к развитию самой целесообразной техники изготовления рентгенограмм привело к направлению, поставившему себе целью изготовить снимки безупречной ценности путем повышения напряжения при съемке (kV) и при одновременном значительном снижении величин mAs. При разработке этой методики в значительной мере было принято во внимание необходимость при изготовлении съемок, по возможности, снизить дозу облучения, которой подвергается больной. За последние годы это требование все чаще выдвигалось на передний план, ибо все больше возросло число радиобиологов, обративших внимание на тот факт, что генетический состав человечества, его наследственная масса, подвергается все повышающемуся вредному действию рентгеновых лучей. А именно, дело в том, что отпадающее на душу населения число рентгеновских исследований увеличивается во всем мире, и к этому еще добавляется повышенная радиоактивность атмосферы. Это однозначно с тем, что в результате поглощаемой энергии излучения в наследственной массе могут возникнуть такие изменения, вследствие которых число летальных вариантов в потомках повышается, что весьма желательно было бы, по мере возможности, уменьшить.

В период до применения техники жестких лучей стремление было направлено на снижение дозы облучения больных до более низкой величины путем помещения впереди места выхода пучка лучей рентгеновской трубки сравнительно толстого (3,0 мм) алюминиевого фильтра, чтобы таким образом устранить не играющие роли в создании рентгенограммы мягкие компоненты излучения. Это решение хотя и привело к значительному уменьшению дозы облучения поверхности тела снимаемого лица, однако, достигнутый результат не был удовлетворяющим, ибо независимо от толщины применяемого фильтра, повысить жесткость, проникающую способность излучения сверх так наз. предельной длины волны, определенной напряжением при снятии (kV) возможно исключительно путем повышения напряжения (kV). Ввиду того, что в рентгенодиагностике общепринятым правилом является, что повышением напряжения в значительной мере можно снизить mAs, ибо из количества излучения с большой проникающей способностью меньше поглощается телом исследуемого лица и большее количество попадает на пленку, благодаря чему создается почернение, весьма понятно, что исследователи совершенно правильно искали решение в этом направлении.

Свыше 30 лет тому назад Вебер, как и Захер, далее Штефани, попытались применять для диагностических целей напряжение свыше 100 kV. В течение прошедших с их экспериментов десятилетий основные принципы этого метода были выяснены не



*Рис. 1.* Обычный латеро-латеральный рентгеновский снимок черепа. Факторы экспозиции: 85 kV 200 mA, 0,6 сек, Поттер-Букки

только теоретически, но и в клинической практике. Принцип метода сводится, с одной стороны, к тому, что при повышении напряжения мощность рентгеновской трубки (р/мин) возвышается на биквадрат напряжения, значит, в таких случаях, когда напряжение на трубке с конвенционально величиной примерно в 70 kV, с которой обычно изготовляют рентгенограммы легких, повышается до 130 kV, при неизменной мощности дозы (р/мин). Однако, это еще не означает, что кожа исследуемого лица

подвергается значительно меньшей дозе облучения, а прежде всего то, что из созданного напряжением 130 kV излучения значит из дозы, попадающей на поверхность тела, меньше поглощается человеческим телом, и больше попадает на пленку, в результате чего можно сократить время экспозиции, то есть снизить подверженность больного вредному влиянию рентгеновых лучей приблизительно до 1/5 части, или же снимки можно заснять из большего расстояния, то есть вместо 1,0—1,5 м из 2 или

даже 3 м, что является весьма существенным преимуществом с точки зрения орто-рентгенографического изображения.

В отношении объективных радифизических основ этого вопроса, можно, между прочим, опираться на исследования *Ваксманна*, который установил, что напр. в случае применения рентгеновых лучей, созданных при напряжении 120 kV по сравнению с 60 kV при одинаковой интенсивности тока накала, за 20 см-овым водяным фантомом (соответствующим саггитальному диаметру нормальной грудной клетки) на пленку попадает такое количество лучей, что в случае созданного напряжением 120 kV излучения, время экспозиции можно укоротить от 1/5 до 1/7, ибо в определенных пределах, независимо от длины волн (напряжения на трубке) в случае применения усиливающего экрана необходимо для почернения пленки прибл. количество в 2 мр рентгеновых лучей. Исследуя взаимосвязь падающей на тело и выходящей из тела доз, в случае применения напряжения 60 kV и 20 см-ового водяного фантома, соотношение падающей в фантом и выходящей из него доз равно 100:1, в то время как в случае напряжения 120 kV это соотношение 20 : 1, то есть, как мы видим, измеримое за 20 см-овым водяным фантомом излучение в пять раз больше в результате увеличения напряжения от 60 kV до 120 kV. Следовательно, техникой жестких лучей существенно можно снизить не только поверхностную, но и интегральную дозы.

Значит, право на существование так наз. техники жестких лучей определяется прежде всего тем фактом, что длина волн «жесткого» излучения короче, его проникающая способность больше, и поэтому при одинаковом количестве падающих лучей в общем можно в известных пределах, добиться более интенсивного почернения на пленке, чем применением такого же количества более мягких лучей. Однако, как уже было упомянуто, это обстоятельство имеет значение не только в отношении необходимого для почернения пленки количества лучей, но гораздо больше с точки зрения подверженности исследуемого лица вред-

ному влиянию рентгеновых лучей, так как в случае применения метода жесткого излучения соотношение между падающим на исследуемый объект и выходящим количествами лучей значительно благоприятнее, чем при обычной рентгенографической методике.

Однако, в противоположность этому, несомненно, что при применении техники жестких лучей на рентгенограммах или на экране, параллельно с укорочением длины волн пучка лучей, снижается фотографический контраст, все более исчезает резкая граница между тенями костей и мягких частей. Бывают же случаи, когда это обстоятельство не только не является вредным, но даже полезным. Учитывая, что на «контрастных» рентгенограммах легких тени ребр покрывают приблизительно 50% поверхности легких, то бесспорно, что техника жестких лучей, в первую очередь в исследованиях грудной клетки, имеет значительные преимущества.

С точки зрения диагностики легких значение техники жестких лучей состоит далее еще в том, что на так наз. слишком контрастных, слишком мягких рентгенограммах несомненно видны тени, которые могут ввести нас в заблуждение. Поперечные сечения небольших сосудов могут казаться очагами и т. п. При технике жестких лучей этот компонент отпадает.

Техника жестких лучей весьма ценна также для выявления не структурных изменений, как напр. при исследовании желудочного и пищеварительного тракта, когда диагноз ставится на основе изменения контур. Однако, техника жестких лучей имеет также свои недостатки. Дело в том, что жесткое излучение появляется как фактор нерезкости, который вредит картине. Этот недостаток можно в значительной мере уменьшить специальными решетками для жестких лучей. Кроме того рассеянное излучение можно устранить применением предложенного *Гределем* метода, который сводится к тому, что при исследовании легких рентгеновыми лучами снимаемое лицо стоит на расстоянии 10—20 см от кассеты, что в случае снимка, заснятого из расстоя-



Рис. 2. Рентгеновский снимок черепа того же лица. Рентгенограмма изготовлена при напряжении 120 kV

нии 2 м, еще не обуславливает ни существенного увеличения, ни значительной размытости на рентгенограммах.

Принимая во внимание все эти обстоятельства, понятно, что так наз. техника жестких лучей находит широкое применение, и что имеются сообщения об экспериментах, направленных на изготовление рентгенограмм легких не только напряжением 150—200 kV но даже 1000 kV.

В норме, однако, общее применение находит напряжение примерно 150 kV, и все возрастает число учреждений, в которых

напряжение около 150 kV применяется рутинно в повседневной диагностической работе. Согласно сообщению *Ванновиуса* в Гамбургской больнице Святого Георгия результаты исследований, проведенных при напряжении 200 kV оказались весьма благоприятными не только в области диагностики грудной клетки, но и неврологии, рентгеновских снимков черепа, энцефалографических, миелографических исследований и т.п.

Существенным вопросом является, поскольку изменяется «резкость» изображения

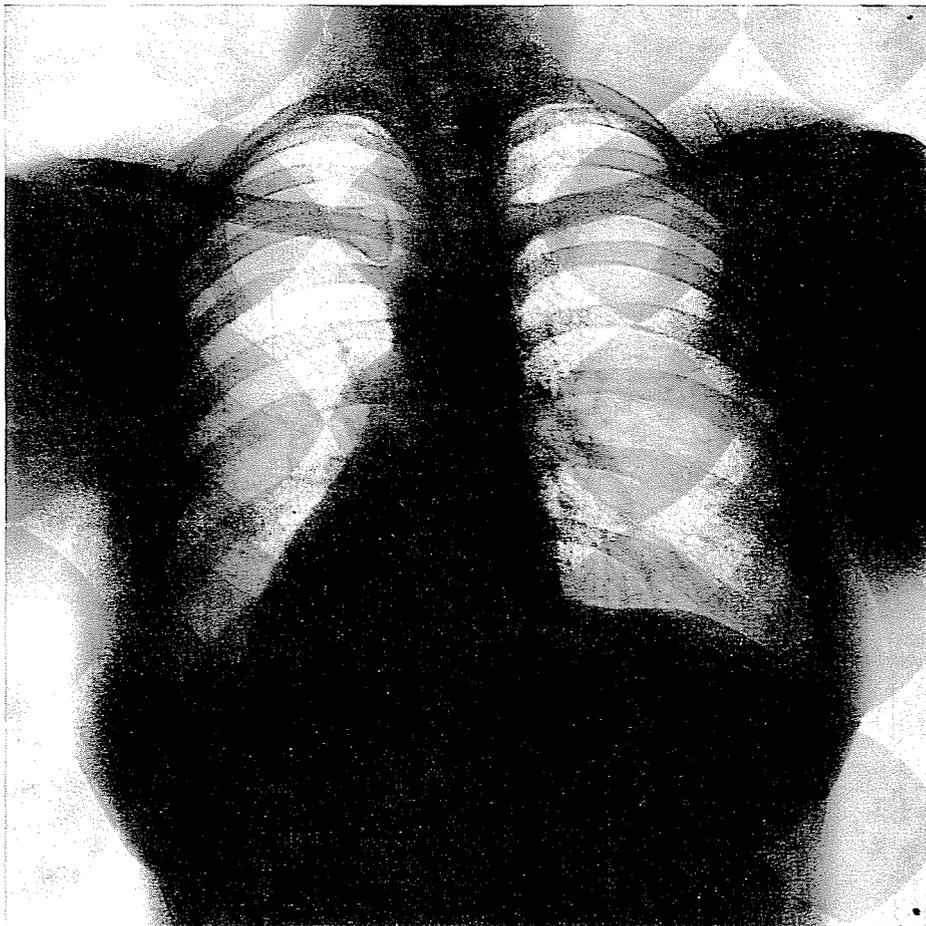


Рис. 3. Рентгеновский снимок грудной клетки. Напряжение 120 kV. Тонкая решетка (Feinraster)

при методике жестких лучей. Бесспорно, что в этом отношении, кроме применения вышеупомянутой решетки, необходимо искать определенные решения, при помощи которых можно уменьшить действие повышенного рассеянного излучения, снижающее резкость изображения.

При методе жестких лучей непременно обосновано также применение так наз. тонкозернистого усиливающего экрана. Не следует пренебрегать вопросом фольги (усиливающего экрана) ибо усиливающие экраны поглощают гораздо большее коли-

чество излучения, чем пленка. Пленка гораздо чувствительнее к флюоресцентному свету усиливающего экрана, чем в отношении рентгеновых лучей, и почернение пленки почти до 95% состоит на действие света усиливающего экрана.

Из всего сказанного явствует, что техника жестких лучей имеет не только при производстве рентгеновских снимков грудной клетки, но также в таких случаях, когда целесообразно снизить дозу облучения больного именно в интересах защиты половых желез (позвоночный столб, рент-

генография при беременности, истеро-сальпингография, рентгеновские снимки таза, и т.д.) весьма большие преимущества.

Это нагляднее всего бросается в глаза, если учесть, что при изготовлении рентгеновских снимков поясничной части позвоночного столба применением напряжения 75 kV, больной нагружается дозой облучения приблизительно 2,2 р, и что эту дозу можно уменьшить применением напряжения 150 kV до 0,65 р.

Если же принять во внимание, что с точки зрения биологической реакции, воздействующей на организм, большое значение имеет, в первую очередь, не только количество падающих лучей, но и общая поглощаемая энергия излучения, то становится понятным, какая значительная разница получается при технике жестких лучей. При общепринятой до сих пор конвенциональной жесткости лучей (40—90 kV), при длинах волн (0,5—0,4 Å), необходима гораздо большая внутренняя доза, чем при так наз. технике жестких лучей, ибо в поверхностных слоях тела поглощается сравнительно большое количество лучей. Если при технике жестких лучей применять такое же количество лучей, как при нормальной технике рентгенографии то по существу в теле больного должно было бы поглощаться гораздо большее количество лучей, ибо более жесткое, более проникающее излучение обладает большей интегральной, объемной дозой. Преимущество жестких лучей сказывается в том, что из излучения с большей проникающей способностью относительно абсолютного количества требуется гораздо меньше падающего излучения для достижения интенсивности излучения, необходимой для почернения пленки, для получения рентгеновских снимков.

Однако, техника жестких лучей не во всех случаях рекомендуется, или вернее, ее применение не является необходимой при всех исследованиях. Так напр. в случае изготовления рентгенограмм от образований небольших диаметров, или конечностей, применение этой техники излишне. Можно сказать, что во всех случаях, когда применение Букки-аппарата необосновано,

метод жестких лучей излишен, ибо обычными методами рентгеновского исследования получают совершенно удовлетворяющие результаты. Очевидно также и то, что значительная часть ныне употребляемых рентгеновских оборудований не пригодна для техники жестких лучей, так как если даже при помощи трансформатора и можно создать напряжение свыше 100 kV, то у аппаратов с 4 кенотронами максимальное напряжение во время нагрузки снижается прил. на 30%, значит соотношение между kV макс и kV эфф. равно 1 : 0,7, и эти две величины практически одинаковы только у аппаратов с 6 кенотронами.

Относительно рентгентехнических деталей обсуждаемого вопроса следует еще упомянуть, что при обычной методике изготовления рентгенограмм, в интересах применения весьма короткого времени экспозиции (0,04—0,06 сек.) необходимо сильно повысить величину mAs, значит, для сокращения времени экспозиции необходимо удвоить мощность дозы рентгеновской трубки. Если же в определенном случае в два раза увеличивается интенсивность тока накала, то нагрузка фокуса, возникающая теплота, также удваивается. В противоположность этому, если увеличить напряжение примерно на 10 kV, благодаря чему попадающее на пленку количество лучей повышается примерно в два раза по сравнению с количеством лучей при более низкой величине kV, то это с точки зрения возникающей на фокусе рентгеновской трубки теплоты означает только 10%-ое повышение нагрузки.

Ввиду того, что в связи с техникой жестких лучей, в случае более жесткого излучения уменьшение интенсивности излучения смещается со стороны поглощения на сторону рассеяния, и значительно повышается в процентном отношении, то выдвигается вопрос, не сопровождается ли это повышенное соотношение рассеянного излучения при изготовлении снимков с помощью техники жестких лучей также повышенной подверженностью половых желез вредному влиянию рентгеновых лучей? На этот вопрос дают нам ответ исследования

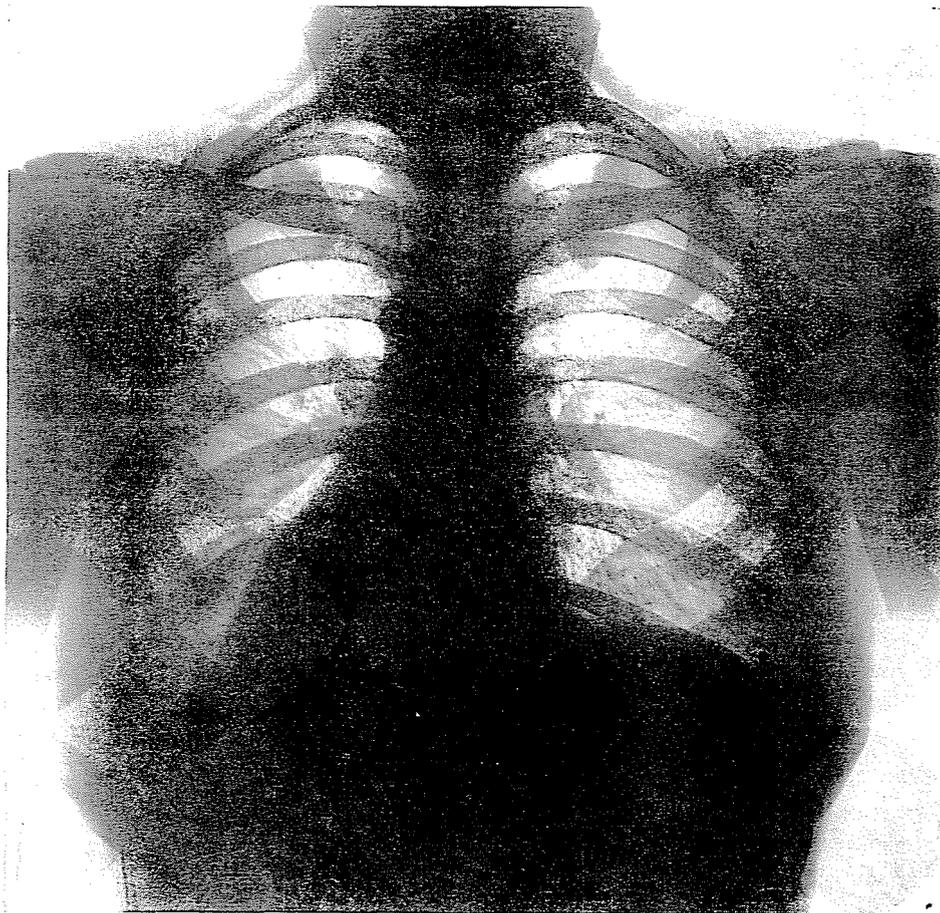


Рис. 4. Рентгеновский снимок грудной клетки того же лица, изготовленный обычными факторами (70 kV) без раstra

Клотца и Зелентага, проводивших измерения на водяном фантоме, соответствующей форме человеческого тела, и применявших напряжение от 50—200 kV, пользуясь при этом 3,0 мм-овым алюминиевым и 1,0 мм-овым медным фильтрами. Они определили на кривых изодоз, каким образом изменяются условия рассеянного излучения в соседних с прямым пучком лучей областях, значит, в тех областях тела, где располагаются гонады. Они установили, что по мере повышения напряжения, в случае повышенной жесткости качества излу-

чения, увеличивается не только процентная глубинная доза, но снижается также объемная доза, то есть не только в поверхностных слоях тела поглощается меньшее количество лучей, но и в более глубоких слоях, и в то же время в случае применения техники жестких лучей в соседних с прямым пучком лучей областях меньше абсолютная доза рассеянного излучения.

Из сказанного бесспорно выявляется, что за технику жестких лучей говорят точки зрения лучевой гигиены. Однако, для рентгенолога весьма важным вопросом яв-

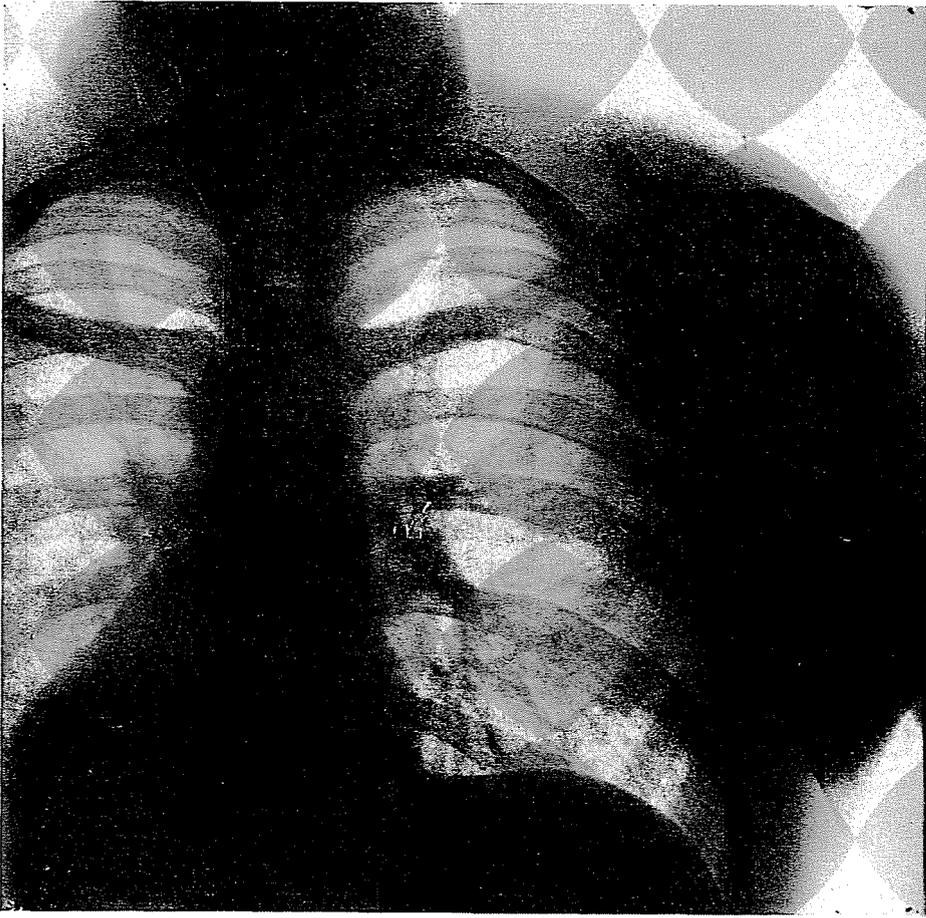


Рис. 5. Рентгеновский снимок того же лица, изготовленный методом жестких лучей, техникой Грёделя. Вентральная поверхность грудной клетки больного находилась на расстоянии 40 см от кассеты

ляется, не сказываются ли в фотографическом характере снимков, изготовленных обычным методом или техникой жестких лучей, такие невыгодные различия, которые снижают ценность снимков, полученных техникой жестких лучей. Наш опыт подтверждает наблюдения Гаевского и сотрудников, пришедших к тому установлению, что в «деталях объекта» (Objektdetail) в отношении распознаваемых «тонких» и «мелких» теней, нет разницы, да даже определенные «переоблученные» или «недоста-

точно облученные» детали на снимках, изготовленных обычной методикой, лучше оценимы на рентгенограммах грудной клетки, полученных методом жестких лучей. Это объясняется меньшей разницей контрастов.

Следует сказать, что рентгенограмма грудной клетки, полученная напряжением 100—120 kV, дает более надежную основу для поставки диагноза, чем обычная рентгенография, и она особенно ценна в случае боковых снимков грудной клетки.

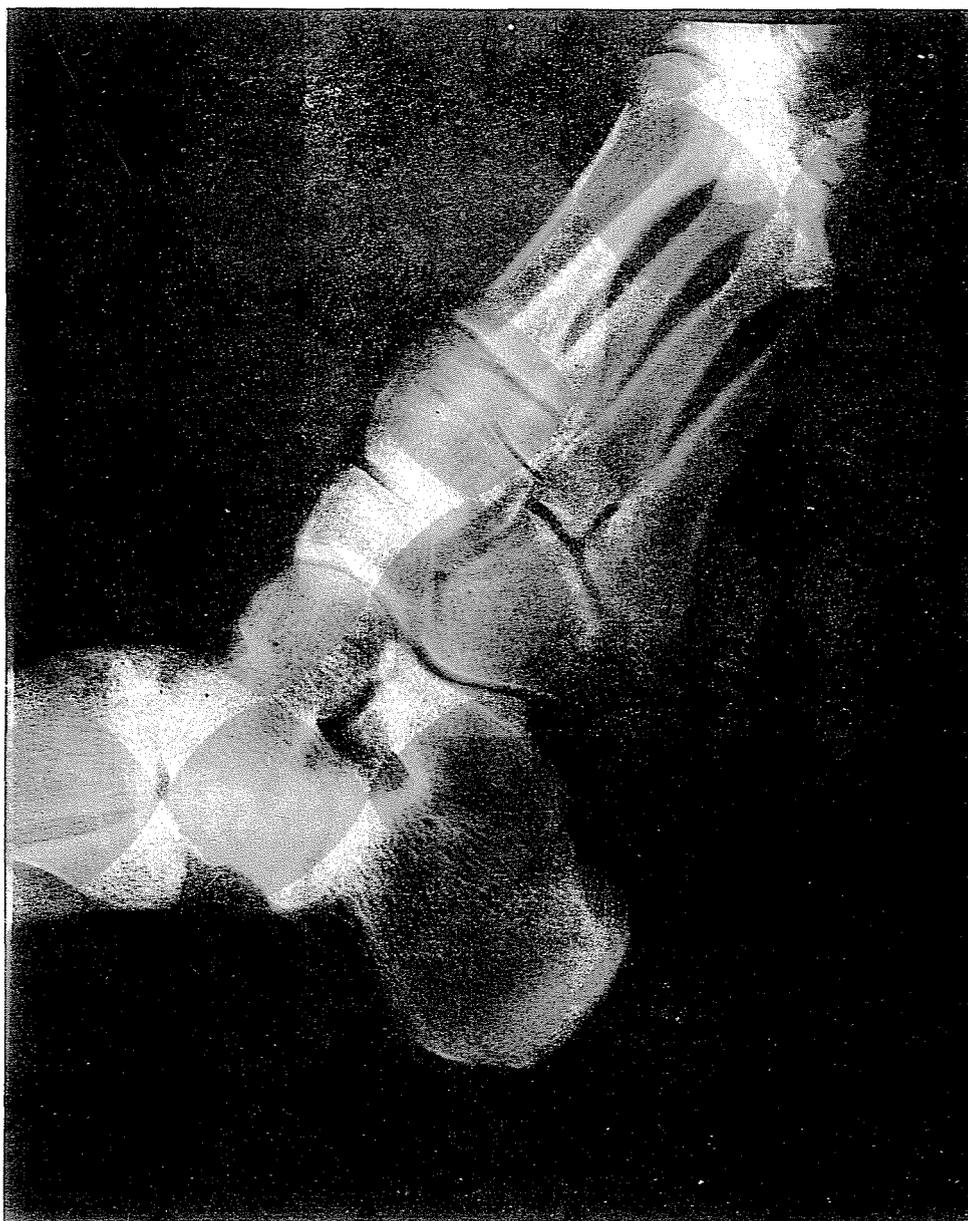


Рис. 6. Обычный рентгеновский снимок пяточной кости. Контактная кость

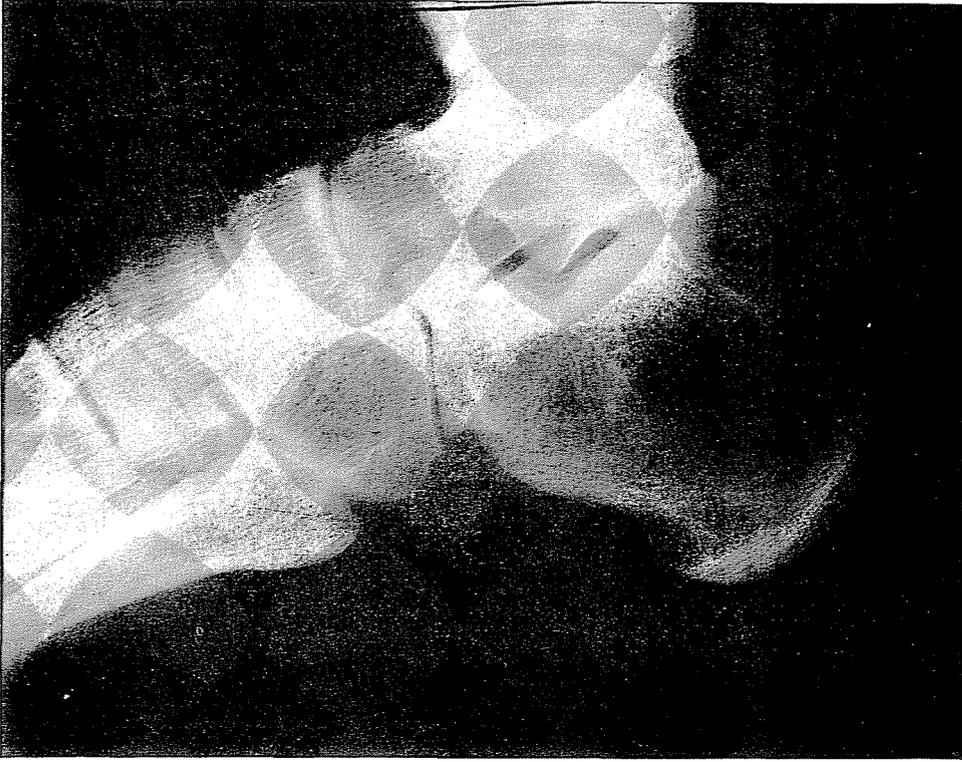


Рис. 7. Изготовленный от того же лица рентгеновский снимок пяточной кости. Непосредственно увеличенный снимок, контактная копия

Значительным преимуществом является и то обстоятельство, что в случае изготовления рентгеновских снимков напряжением свыше 100 кВ, без всяких трудностей можно пользоваться тонкозернистой (fine grain) фольгой, что, как известно, в существенной мере улучшает резкость изображения, и в частности, если использовать предоставленную этим методом возможность применения крайне короткого времени экспозиции, напр. в случае рентгеновских снимков легкого, снижается расплывчатость, вызванная смещением, в первую очередь пульсирующими деталями.

В предшествующем уже было упомянуто, что при методе жестких лучей вследствие физических свойств рентгеновских лучей рассеянное излучение довольно значи-

тельное, и последнее можно уменьшить так наз. техникой *Грёдель—Вахтера*, при которой больной не прижимается к кассете, а стоит на расстоянии 15—20 см от последней. Проведение этого метода на практике иногда наталкивается на трудности и таким образом возникла мысль, что напр. в случае производства рентгеновских снимков грудной клетки, при которых впрочем не было принято пользоваться растром, целесообразно уменьшить рассеянное излучение при помощи растра. Согласно сообщению *Гаевского* рассеянное излучение можно уменьшить на одну треть первоначальной величины, если готовить рентгеновские снимки напряжением 120—150 кВ и применять тонкий растр. Ввиду того, что это обстоятельство имеет весьма зна-

чительное влияние на «качество» изображения, то применение раstra непременно рекомендуется. Дальнейшим большим преимуществом методики жестких лучей является, что с ее помощью успешно можно изготовить снимки на бумаге.

К вышесказанному следует еще добавить, что основным условием техники жестких лучей является современный генератор, пригодный для создания необходимого kV напряжения, и современная рентгеновская трубка, которую можно нагрузить упомянутым напряжением. Приложенные рентгенограммы изготовлялись четырехкентронным рентгеновским аппаратом «Диагномакс» при соблюдении технических данных и факторов экспозиции, приведенных в тексте отдельных картин.

Подытоживая все сказанное следует установить, что методика жестких лучей среди современных диагностических методов является одним из ценных средств для простого и удобного получения лучших результатов исследования при меньшей дозе облучения.

В заключение можно сказать, что при методе жестких лучей доза облучения больного, составляет только примерно  $1/5$  часть дозы облучения при обычной методике, и что более короткими экспозициями можно получить ортографически лучшее качество изображения, чем при обычной методике. Важнейшим из этих преимуществ является уменьшение дозы облучения. Следует упомянуть, что даже при рентгеноскопии целесообразнее повысить напряжение и уменьшить интенсивность тока накала, устраняя применением 3 мм-ового алюминиевого фильтра мягкую и излишнюю составляющую излучения. Это гораздо выгоднее, чем повысить величины mAs в интересах усиления интенсивности света изображения или же экрана при низком напряжении. Вышеописанным методом можно путем снижения дозы облучения уменьшить опасность повреждения рентгеновскими лучами половых желез. Это имеет исключительно большое значение в частности в ходе клинического контроля легочных болезней, ибо общезвестно, что

в легочных процессах число рентгеновских исследований, как правило, весьма большое в острой фазе болезни, в течение клинического лечения необходимо считаться с по меньшей мере одним просвечиванием или рентгенографическим исследованием в неделю.

Ввиду вышесказанного этот метод имеет не меньшее значение также в случае рентгеновских исследований седалищной области. Целесообразным применением вышеприведенных данных можно не только снизить дозу облучения больных, но и более рационально пользоваться рентгеновскими лучами, более экономно работать с машинным оборудованием.

### **О значении непосредственно увеличенных рентгеновских снимков**

При обсуждении метода жестких лучей мы уже упомянули, что нагрузку фокуса рентгеновской трубки можно значительно уменьшить применением техники жестких лучей. Из этого следует, что для изготовления снимков можно пользоваться существенно меньшим фокусом трубки, чем при обычном методе. Общеизвестно, что чем меньше фокус рентгеновской трубки, тем больше так наз. геометрическая резкость изображения. Поэтому и была сконструирована так называемая тонкофокусная трубка, у которой размеры фокуса  $0,3 \times 0,3$  мм., благодаря чему получается гораздо более четкое изображение объекта, чем с общепринятыми трубками. С помощью такого небольшого фокуса можно изготовлять так наз. непосредственно увеличенные рентгеновские снимки, имеющие большое значение в диагностике легких, и особенно костей. Применением такого фокуса дается также возможность для непосредственного увеличения небольших по своим размерам образований и изменений. С именем *Грёделя* связана идея непосредственного увеличения, которую он осуществил впервые. По его предложению рентгеновский снимок легких целесообразно изготовлять при расстоянии фокуса от пленки

300 см и расстоянии объекта от пленки 15—20 см, с напряжением 120 kV. В таком случае, однако, рассеянное излучение значительно увеличивается, и оно составляет около 60% всего количества излучения, попадающего на пленку. Это количество излучения можно до 40% снизить применением тонкой решетки Лисгольма.

За последнее время вышеописанный метод применяется все большим числом исследователей и он в значительной мере способствует распознаванию и анализу более тонких структурных деталей. Размер увеличения не должен превышать соотношения 1 : 2, хотя согласно опыту Шобера и других исследователей оптимальным следует считать около 1,5 кратное увеличение. За новейшее время осуществлялось даже производство или же применение фокуса с размерами еще меньше вышеупомянутых. Однако, на практике наименьший ныне применяемый фокус рентгеновской трубки имеет размеры 0,03×0,03 мм. На рис. 3 показывается рентгеновский снимок грудной клетки, снятый с фокусом 0,3×0,3 мм при непосредственном увеличении и при помощи тонкой решетки.

Для целей непосредственно увеличенных снимков служат специальные столы для исследования, однако, в таких учреждениях, в которых производство увеличенных снимков не является рутинной работой, рентгеновские снимки изготавливают таким образом, что снимаемую часть тела помещают на стол Букки, а пленку на расстоянии 30—40 см под доской стола Букки, тщательно следя за правильной установкой. Снимок изготавливается при обычном расстоянии фокуса от объекта, чтобы таким путем еще повысить размер увеличения.

Разумеется, при изготовлении непосредственно увеличенных снимков необходимо учитывать, что в случае повышения расстояния фокуса от пленки следует, соответственно правилам квадратного уменьшения интенсивности пучка лучей, выбрать соответствующие факторы экспозиции. На рис. 1—2 и 4—7 показываются нормальные и непосредственно увеличенные снимки одного и того же объекта.

Эта методика нашла самое большое распространение в области диагностики костей, для выявления небольших структурных изменений и очагов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. BOUTON, E.: J. de Radiol. **38**, 767 (1957).
2. BUCHHEIM, C. E., FRITZ, W., BRANNOFFER, J.: Röntgenblätter. **10**, 65 (1957).
3. BÜCKER, J.: Fortschr. Röntgenstr. **86**, 75 (1957).
4. CAMERMAN, J.: J. belge Radiol. **38**, 273 (1955).
5. CHATELAIN, A.: J. de Radiol. **39**, 180 (1958).
6. СОСНИ, V.: Fortschr. Röntgenstr. **81**, 24 (1954).
7. ESCHBACH, H.: Kongressbericht 2. Tg. med. wiss. Ges. Röntgenol. DDR. 477 (1958).
8. FREYE, K.: Fortschr. Röntgenstr. **79**, 345 (1953).
9. FRIES, P.: Radiol. med. **41**, 1219 (1955).
10. FRIK, W.: Beitr. Klin. Tbk. **117**, 138 (1957).
11. FRIK, W., GAJEWSKI, H., WACHSMANN, F., BUCHHEIM, C. E.: Fortsch. Röntgenstr. **83**, 330 (1955).
12. KLETT, C., SCHÖBER, H.: Röntgenblätter. **11**, 337 (1958).
13. KLOTZ, E.: Röntgenblätter. **11**, 353 (1958).
14. KLOTZ, E., SEELENTAG, W.: Fortschr. Röntgenstr. **89**, 92 (1958).
15. КОЕЧЕР, P.: Mschr. Kinderheilk. **106**, 69 (1958).
16. KRUSEWSKY, S.: Pol. Tyg. Lek. **14**, 1997 (1959).
17. LANGWITZ, N.: Dtsch. Gesundheitswesen. 757 (1956).
18. MARIN GORRIZ, E. F. J.: Acta ibér. radiol. cancer. **14**, 1 (1959).
19. MATTSON, O.: Acta Radiol. (Stockholm), **120**, 5 (1955).
20. MODY, K. P.: Indian J. Radiol. **9**, 139 (1955).
21. PETROV, L., IVANOV, G.: Sovt. Med. (Sofia). **1**, 71 (1957).
22. PONS, H.: J. Radiol. Electrol. **40**, 614 (1959).
23. SCHOEN, D.: Fortschr. Röntgenstr. **78**, 170 (1953).

24. SCHREITER, G.: Kinderärztl. Praxis. **27**, 100 (1959).
25. STEPHANI, J.: J. de Radiol. **38**, 47 (1957).
26. SVOBODA, M.: Čas. lék. českosl. 893 (1958).
27. UHL, H.: Röntgenblätter, **7**, 342 (1954).
28. WACHSMANN, F.: Magy. Radiol. **10**, 125 (1958).
29. WANNONIUS, S.: Röntgenblätter, **12**, 230 (1959).
30. WIETERSEN, F.K.: Am. J. Roentgenol. **77**, 690 (1957).
31. WILLBOLD, O.: Fortschr. Röntgenstr. **38**, 69 (1956).
32. YARZA: Arch. Fac. Med. Zaragoza. **5**, 591 (1957).

# Организационные и технические проблемы профилактического осмотра для выявления силикоза

Ш. САНДАНЬИ

Современное развитие промышленности в силу необходимости выдвинуло в центр внимания гигиенические, социальные и экономические отношения различных видов пневмокониоза. Среди последних особенно большое значение имеет агрессивная группа этой болезни, вызывающая в легких прогрессирующий фиброз. К этой группе относятся силикоз, асбестоз и талькоз, из которых практически важнейшим является силикоз, ибо он встречается чаще всего. Силикоз развивается в результате длительного вдыхания пыли без особых клинических симптомов — так сказать незаметно. Опасность силикоза кроется именно в том, что когда появляется первый клинический симптом, затруднение дыхания, в легких наблюдаются уже тяжелые, необратимые изменения. Повышающаяся недостаточность дыхания, а позже также недостаточность кровообращения приводят к инвалидности больного.

В борьбе против силикоза в медицинском отношении самой эффективной мерой является по возможности раннее распознавание повреждения легких, и перевод больных из вредящей им среды работы в другую. Это практический единственный способ, чтобы прекращением дальнейшего вредного воздействия среды препятствовать необратимому развитию начавшегося в легких фиброза, или по крайней мере замедлить процесс болезни.

В интересах раннего распознавания необходимо заботиться о систематической периодической проверке состояния легких трудящихся, занятых в «пыльных» профес-

сиях. Необходимым средством выяснения состояния легких является рентгеновское исследование. Точность радиологического исследования определяет успешность периодических осмотров.

Диагностика пневмокониоза предъявляет весьма высокие требования к рентгеновскому исследованию. При выборе радиологического метода исследования необходимо учитывать количественные и качественные отношения этих требований.

Согласно данным Государственного Института гигиены труда, Будапешт, систематическая периодическая проверка состояния легких обоснована во всей стране у около 100—120,000 трудящихся, занятых в «пыльных» профессиях. Необходимо проводить периодический медицинский осмотр многочисленных групп населения, предприятий, шахт и отдельных профессий. Присутствие всего состава заинтересованных лиц на профилактическом осмотре обеспечивается эффективнее всего, если рентгеновское исследование проводить непосредственно на рабочем месте, т. е. иными словами, целесообразнее всего пользоваться встроенной в автобус «подвижной рентгеновской станцией».

Предъявляемые к рентгеновскому исследованию качественные требования можно попытаться в нижеследующем:

1. Оно должно предоставить возможность для изучения самых тонких структурных элементов легких;
2. Предоставить прочную, удобную в обращении документацию, хорошо хранящуюся в архивах;



Рис 1. Рентгеновская лаборатория, встроенная в автобус

3. Осуществление рентгеновского исследования должно быть быстрым, простым и свободным от технических ошибок.

С точки зрения предъявляемых требований необходимо исследовать, какой радиологический метод исследования лучше всего удовлетворяет последним.

Без того, чтобы недооценить значение рентгеноскопического исследования в известных областях рентгенодиагностики легких, объективно следует сказать, что оно не дает возможности для надежного выяснения тонких структурных изменений легких, далее оно не предоставляет никакой прочной документации, и никоим образом непригодно для целей массовых обследований.

Другой способ, производство традиционных крупноразмерных телеснимков легких, бесспорно обладает большой диагностической ценностью. Однако, само исследование весьма обстоятельно, обработка больших снимков в темной комнате, их хранение в архиве, все это сопровождается с такими трудностями, что этот метод исследования также непригоден для массового обследования.

Следует подчеркнуть, что эти установки сделаны не только на теоретическом уровне, но они основываются на многодесятилетних опытах, приобретенных в ежедневной практике. Наилучшим способом для массовых обследований является флюорография. При этом методе исследования появляющееся на флюоресцирующем экране силуэтное изображение зафиксировано фотографическим путем. Сама идея этого метода восходит до самого начала рентгеновской эры. Однако, до практического осуществления этой идеи необходимо было длительное развитие в области производства рентгеновских установок и трубок. Необходимо было увеличить интенсивность светового излучения рентгеновского экрана, в фотографирующих аппаратах повысить силу света оптики, далее в области производства пленок нужно было разрешить проблему высоко-чувствительной тонкозернистой эмульсии, сенсibilизированной к флюоресцирующему свету. В своей нынешней современной форме флюорография представляет собой полноценный радиологический метод исследования.

Государственный Институт гигиены тру-

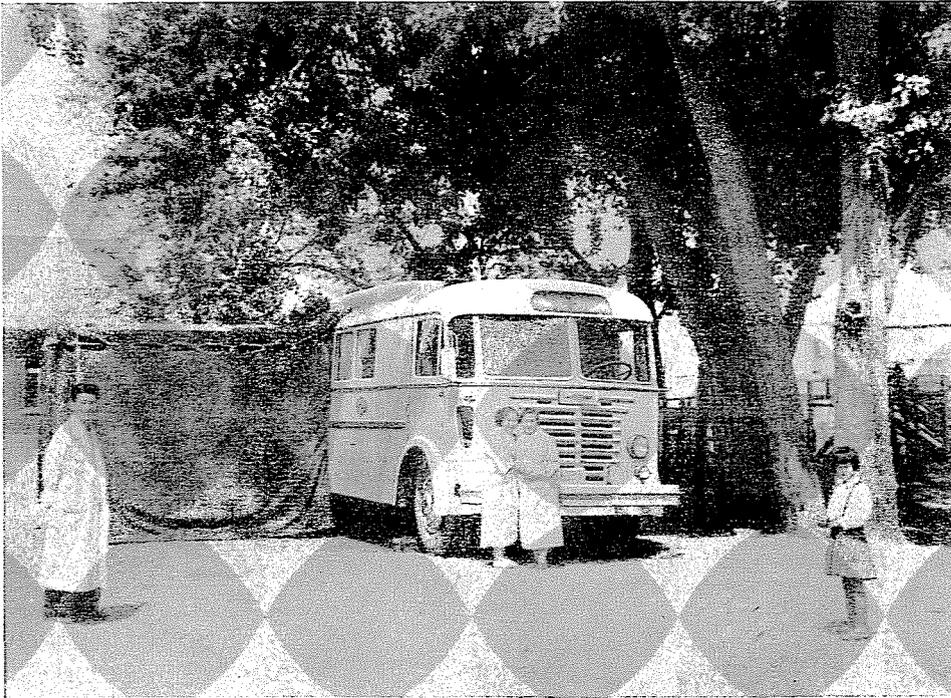


Рис. 2. Венгерский «рентгеновский автобус» за рубежом

да считал целесообразным в области исследования пневмокониозов организовать по всей стране профилактический осмотр для выявления заболеваемости силикозом. Для решения этой задачи был на основании вышесказанного выбран метод флюорографии. Ввиду больших диагностических требований весьма важным был вопрос о технической оснащенности персонала, осуществляющего массовое обследование.

Конструкторы и исполнители предприятия «MEDICOR RÖNTGEN MŰVEK» создали, при учете весьма многочисленных частных требований, с превосходным профессиональным знанием, современное оборудование для флюорографии, подвижной рентгеновский лабораторий для фотографирования изображения, появляющегося на флюоресцирующем экране: «Медикор-620-X». Оборудование состоит из следующих основных частей.

а) Специальный кузов ИКАРУС 620. Шестицилиндровый дизель-мотор мощностью 145 л. с. Общий вес автобуса вместе с оборудованием и прицепом — 12 т. Встроенные шкафы, места для сидения и лежания обеспечивают удобство для персонала.

б) Встроенный в прицеп источник тока. Работающий четырехцилиндровым бензиновым мотором генератор, мощностью 12 kVA.

в) Четырехкеноотронный аппарат для флюорографии — СЕРИКС 6, для массовых обследований, работающий катушечной пленкой.

Мощность аппарата 150 mA—150 kVs, самое короткое время экспозиции — 0,04 сек.

Основные части оборудования следующие: Аппарат Серикс 6, рентгеновская трубка с вращающимся анодом, пульт управления. Станина фиксирует рентгенов-

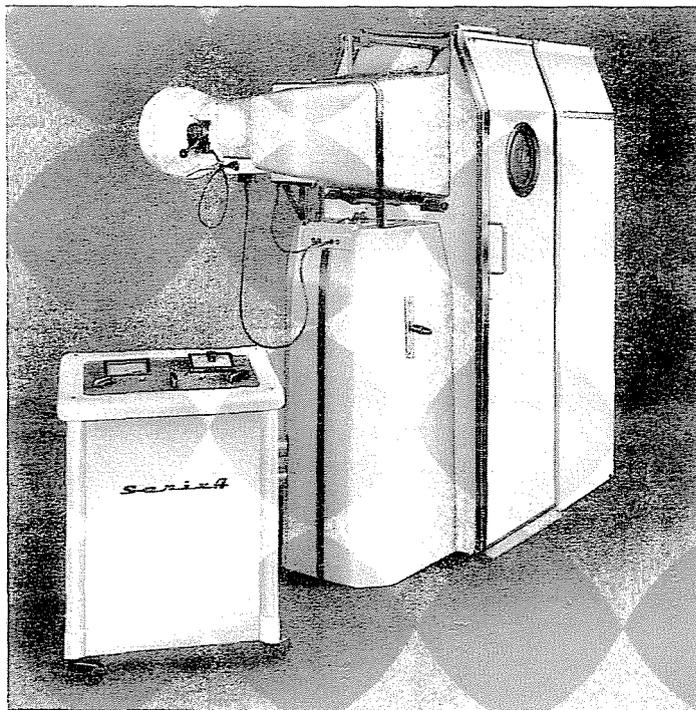


Рис 3. Венгерский рентгеновский аппарат типа СЕРИКС 6

скую трубку и оптическое оборудование в одной оси. Установка исследуемого лица осуществляется моторным подъемным механизмом. Оптическая часть оборудования состоит из самой современной камеры ОДЕЛКА.

Сила света зеркальной оптики 1:063. Для целей массового обследования весьма пригодна моторная кассета для пленки, в которую можно поместить одновременно катушечную пленку длиной 30 метров, благодаря чему дается возможность для бесперебойного изготовления 430 снимков. Встроенный фототаймер обеспечивает освещение снимков, установленное на соответствующую степень почернения пленки. Правильную работу оборудования контролируют сигнализационные механизмы. Необходимо подчеркнуть превосходную защиту персонала от вредного влияния рентгеновых лучей, соответствующую венгер-

ским стандартным предписаниям, которые гораздо строже чем международные стандарты. Другим большим преимуществом оборудования является последовательно осуществленное обеспечение прохождения обследуемых в одном направлении даже в случае принадлежащего к подвижной станции большой палатки для раздевания, так как входящая и выходящая двери открываются в эту палатку.

Прототип вышеописанного оборудования был передан в эксплуатацию в 1956 году. С тех пор в его работе не проявлялись никаких перебоев. С первой трубкой изготовлялись 100,000, а с второй 130,000 снимков.

Венгерский «Рентгеновский автобус» пользовался большим успехом на выставках различных стран, но еще больше он оправдался на практике, так как в трех частях света проводится безупречная ра-

бота с этими сконструированными на основе многолетнего опыта подвижными рентгеновскими станциями.

В связи с научной обработкой материа-

лю метода флюорографии способствовали выявлению многочисленных случаев силикоза. При помощи сравнения последующих друг за другом снимков удалось определить

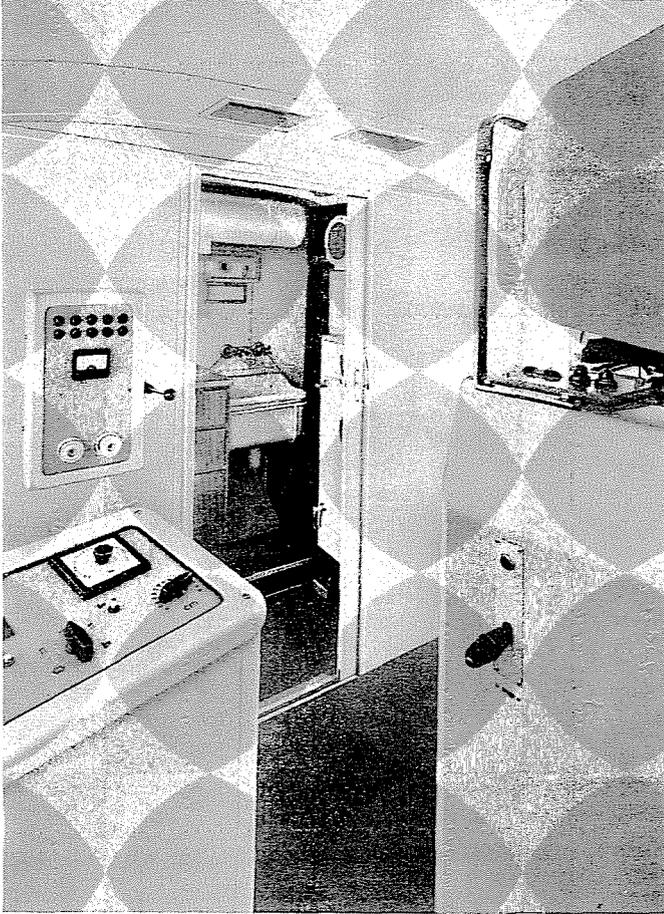


Рис 1. «Подвижная» рентгеновская лаборатория изнутри

ла массовых обследований, во всех таких случаях, когда на флюорограмме было обнаружено изменение, изготавливались также рентгеновские снимки крупных размеров. Опираясь на сопоставление многотысячных снимков было установлено, что в области диагностики силикоза флюорография весьма оправдалась. Систематически проведенные массовые обследования при по-

динамику случаев силикоза. Были получены обзорные картины о заболеваемости силикозом в отдельных предприятиях. Полученный в ходе массовых обследований материал флюорограмм оказывает неоценимую помощь в поставке раннего диагноза.

В целях обеспечения диагностической полноценности флюорограмм следует при обработке пленок в темной комнате посту-

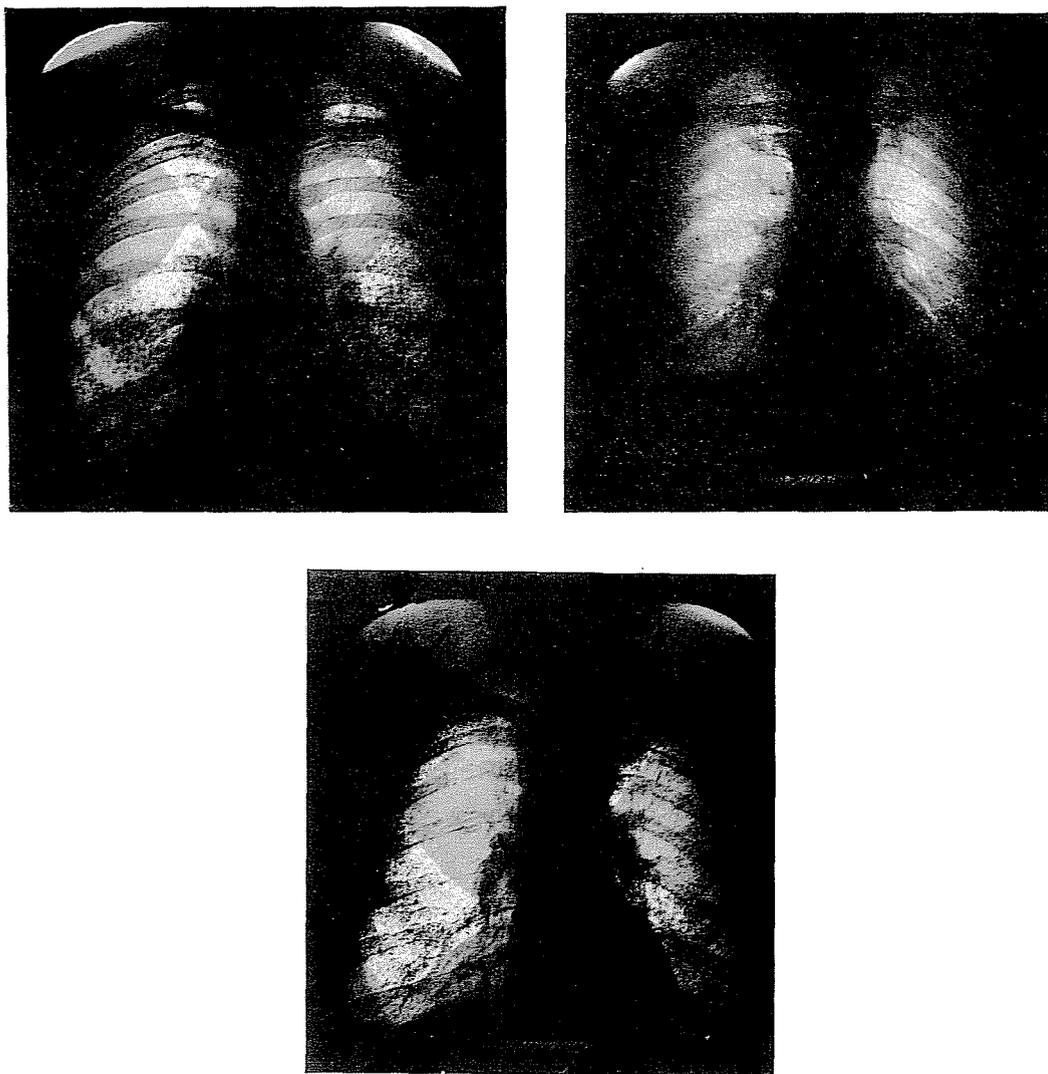


Рис 5. Флюорограммы

пить с исключительной тщательностью. Обеспечение соответствующих условий труда в случае массовых обследований не является простой задачей.

В течение практической работы мы вскоре убедились в том, что проявление пленок на месте стоянки станции вследствие различных недостатков не является

целесообразным. Поэтому внедрялось в практику изготовить на месте отдельных стоянок несколько пробных снимков. Во встроенной в автобус темной комнате снимки немедленно проявляются. Если пробные снимки оказываются хорошими, то проводится массовое обследование, причем проявление пленок осуществляется в централь-

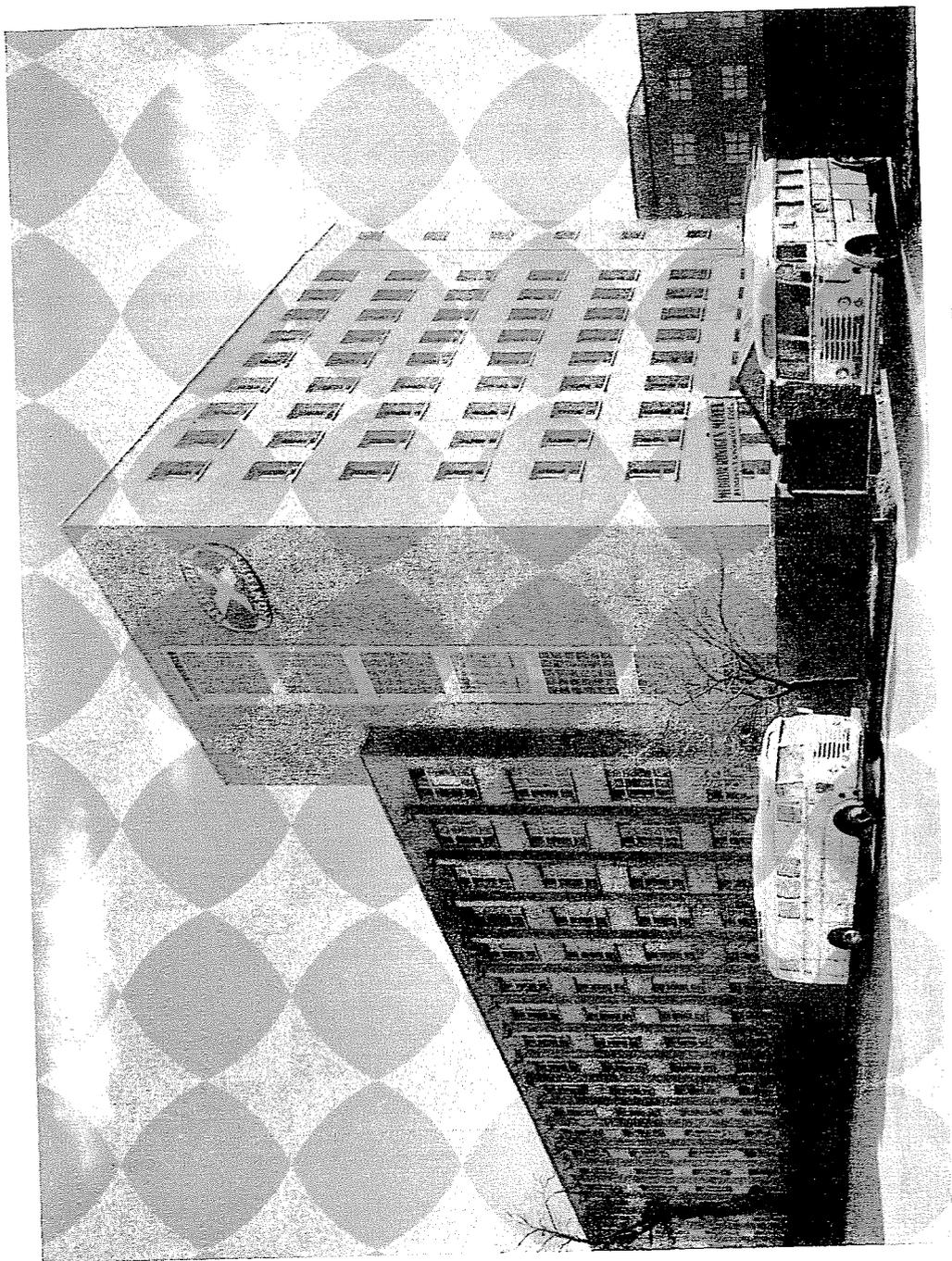
ной лаборатории, где обеспечены все условия для безупречного проявления пленок. Для обработки катушечных пленок необходимо соответствующее техническое оборудование. Предприятие DE OUDE DELFT производящее камеру Оделка, поставляет для проявления 3,70 и 30 метровых пленок танковое оборудование. Предоставленные моторной кассетой возможности используются полностью только при помощи устройства для проявления Ханзена, с которой одним приемом можно проявить 30 метровую пленку. На правильно экспонированных и хорошо проявленных флюорограммах хорошо видна на непокрытых телом черных частях при слабом увеличении лупой полосатость встроенной тонкой решетки, что является критерием резкости изображения. Весьма желательно, чтобы члены группы, производящей массовое обследование, получили соответствующую подготовку в применении приборов, служащих для проявления 70 мм-овых пленок.

Для чтения флюорограмм рекомендуется система Кикера. Рассмотреть пленки следует при проходящем свете. Достаточно слабое увеличение лупой. При профилактическом обследовании в целях обнаружения силикоза весьма важно взвешивание данных анамнеза работы. Это обстоятельство немного замедляет чтение. Для оценки флюорограмм необходим большой рентгенодиагностический опыт. Согласно наблюдениям автора при чтении флюорограмм возникают те же самые возможности диагностических споров, что и в случае обычных крупноразмерных снимков. Следует подчеркнуть, что проводимое флюорографией массовое обследование для обнаружения силикоза представляет из себя только профилактическое обследование, ни больше ни меньше этого. После массового обследования обязательно следует провести детальное рентгеноклиническое и ла-

бораторное обследование спорных и полужительных случаев.

Успешность массовых обследований для обнаружения силикоза в значительной мере зависит от надлежащей организации труда. Первым шагом правильной организации должно быть определение состава исследуемых лиц. Рабочий план персонала, осуществляющего массовое обследование следует распределить на основе знания состава исследуемых лиц, по топографическим точкам зрения. Реальным считается проведение 600—800 снимков в один рабочий день. До проведения массового обследования рекомендуется ориентировать исследуемую группу населения. Заводские врачи, красный крест и профсоюз могут оказать помощь при организации массовых обследований. Картоны массового обследования должны содержать кроме личных данных исследуемых лиц также анамнез работы. Лучшей пропагандой является, если оценка пленок проводится по возможности скорее. По нашей системе отрываемый талон картона с нанесенным результатом обследования отправляется заводскому врачу в течение 8—14 дней.

Флюорограммы хранятся вместе с картонами в собирательных сумках, что способствует быстрой в обращении материалом. Системой собирательных сумок получается возможность для обозрения материала снимков отдельных лиц, что при оценке новых снимков может оказать большую помощь в раннем распознавании силикоза, как и для определения динамики отдельных случаев. В нашем архиве хранятся до сих пор в свыше 200 собирательных ящиках больше чем 1/4 миллиона снимков. Учет этих снимков организован таким образом, что в течение нескольких секунд можно получить собранный в течение ряда лет материал картин лиц, находящихся под нашим контролем.



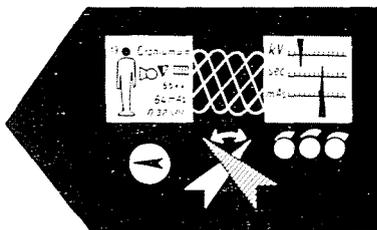
Центральное здание завода рентгеновских аппаратов «МЕДИКОР» в г. Буланешт

## Значительные венгерские изобретения в службе радиологии

(Патенты этих оригинальных венгерских конструкций или заявлены или уже выданы)

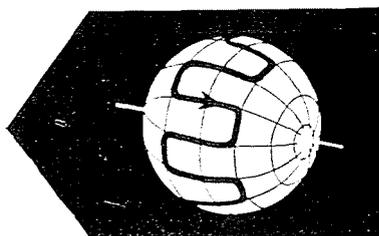
### Система двойной автоматике

для радиографии на трехфазных рентгеновских аппаратах. Альтернативное употребление «свободной» или «зафиксированной» (автоматика рапид) автоматической системы регулирования. Аппарат с высокой мощностью можно экономично эксплуатировать и для рутинных задач (см. аппарат «Контрастор-150»)



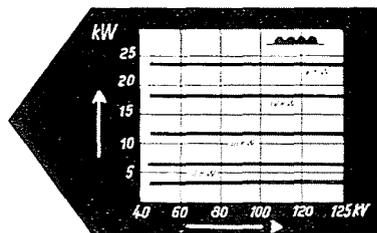
### Сферо-меандерная орбита

дает новые возможности для терапии с подвижными лучами. Преимущества известной «иррадиации с решеткой» найдутся и при терапии с подвижными лучами, упомянутая система дает даже и другие преимущества (см. иррадиационное приспособление «Сферотерикс»)



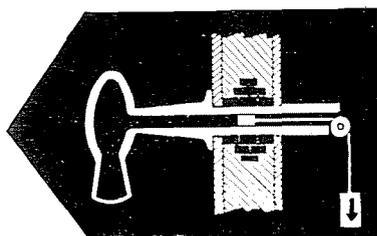
### Система киловаттной автоматике

Современная система автоматической регулировки радиографии. Определены степени мощности сетевой нагрузки; более хорошая компенсация падения напряжения; степени нагрузки рентгеновской трубки определены в киловаттах, этим обеспечивается защита трубки (см. аппарат типа «Диагномакс-125»)



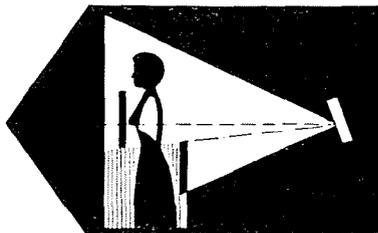
### Иррадиационное приспособление «Co<sub>60</sub>»

с изотопным контейнером, встроенным в стену. Этот принцип одновременно дает полную защиту от лучей и простейшую конструкцию, с более умеренной стоимостью (см. иррадиационное приспособление кобальт-пушки типа «Co<sub>60</sub>»)



### Автоматическая защита гонадов для теле-радиографии

Первое практическое решение профилактики от лучей при диагностике легких, без дополнительной работы ассистента (см. штатив типа «Генопрот»)



# Гонадная защита при исследовании грудной клетки

З. ХРАБОВСКИ и Л. ХУСАР

Как утверждают *Ширрен, Биллион* (Schirren, Billion) и др. 80, 90 или даже 99% постоянно возрастающей полной лучевой нагрузки, приходящейся в современных условиях на одного человека, все еще причиняет рентгендиагностика. Этот факт требует повышенной бдительности при каждом рентгеноисследовании. Это подтверждается информацией Международной комиссии по радиологической защите (ICRP) за 1959 год, сообщающей, что медицинская гонадная нагрузка, приходящаяся на 1-го человека за 30 лет составляет 2,0 rem, тогда как нагрузка от атомной техники (доза радиоактивного облучения) всего 0,03-0,150 rem. Имеется обширная литература, занимающаяся вопросами лучевой нагрузки при рентгендиагностике. Насколько глубоко занимается этот вопрос специалистов, видно из того, что крупнейшие международные авторитеты, президенты научных обществ, как: *Кейз, Скотт, Стоун, Шерман, Лафлин, Холтхюзен, Сиверт, Ламертон, Раевский* (Case, Scott, Stone, Sherman, Laughlin, Holthusen, Sievert, Lamerton, Rajewsky) выбирают темой своих праздничных докладов вопрос генетической опасности применяемых медициной ионизирующих излучений точно также, как в 1904 году президент «British Institute of Radiology» *Тарстэн Холленд* (Thursten Holland), выступивший с докладом о соматических вредностях.

Это поразительное открытие всемирно положило начало измерению индивидуальной гонадной нагрузки больных в процессе диагностики и подсчету генетической на-

грузки населения. Данные различных авторов относительно индивидуальных гонадных доз государства и гонадной нагрузки населения за 30 лет, значительно расходятся. В то время как в некоторых странах, в первую очередь в Швеции *Сиверт* (Sievert) 4,5 rem (30 лет) в США *Лафлин* (Laughlin) и сотрудники, *Уйттен* (Witten) и сотрудники 3—3,9 rem (30 лет) определили довольно высокую гонадную нагрузку населения, в Баварии *Зелентаг* (Seelentag) определил лучевую нагрузку всего лишь в 0,42 rem (30 лет. Измерения *Холтхюзена* (Holthusen) в Гамбурге 0,8 rem (30 лет) и British Medical Council в Англии 0,66 rem (30 лет) занимают промежуточное положение.

Так как дозы, установленные отдельными авторами значительно расходятся, нельзя на практике полностью доверяться данным полученным в другой среде. Дело в том, что данные измерений отчасти зависят от факторов, влияющих на качество радиации («intrinsic safety factors») скрытых как в отдельных исследовательских установках, так и в диагностических рентгеноустановках в целом. Эти факторы, в свою очередь, не зависят от методики исследования.

В основном же данные измерений решающим образом зависят от индивидуальной методики исследования, применяемой врачом.

То, что на результаты измерений оказывает влияние техника и методика измерений, является естественным.

Следовательно, желая обеспечить за-

щиту своим больным и своему населению, необходимо знать, во-первых гонадную нагрузку, оказываемую нашей установкой и методикой исследования на больного, а во-вторых частоту отдельных типов исследования. Только на этой основе можно оценить нагрузку рентгendiагностики, приходящуюся на население.

С этой целью один из нас (*Храбовски*) с 1957 г. систематически замерял — впервые в стране — гонадную нагрузку больных в процессе диагностики. В дальнейшем Храбовски со своим сотрудником (*Никлем*) проводил измерения при различных параметрах с помощью малых конденсаторных — ионизационных камер (*Kon-diometr P. T. W. Freiburg*) на сконструированном ими человекоподобном, неомогенном фантоме.

О результатах измерений, проведенных в процессе всей диагностической деятельности, Храбовски и Никл неоднократно докладывали (*Храбовски* в 1958, 1959, 1960, 1961 гг.; *Хрлбовски* и *Никл* в 1959 г.; *Никл* в 1960 г.).

Конденсаторно-ионизационными камерами относительно просто достичь эффекта точечного облучения, так как рассеяние, вызванное кабелем здесь устраняется. Зависимость учрежденных в области терапии камер от длины волны, может легко корректироваться соответствующими факторами. Прочие препятствующие моменты, как например зависимость камер от направления луча, или же тот факт, что качество рассеянного облучения, влияющего на гонады меняется в зависимости от размеров покрывной ткани, могут быть практически исключены путем продуманной техники измерения.

При исследовании лучевой нагрузки в процессе диагностики, естественно, недопустимо замерять меньше действительной гонадной дозы. Вышеупомянутые факторы обеспечивают получение результатов измерений на несколько процентов превышающих действительную дозу.

Измерения проводились на больных с целью определения действительно перенесенной нагрузки.

Камеры были установлены в направлении стрелки со стороны заднего свода влагалища, обращенной к источнику излучения и фиксированы тампонадой. Такое расположение наиболее целесообразно, так как по данным, полученным путем установления камер вряд во влагалище, доза под влиянием абсорбции и расстояния значительно нарастает от свода по направлению к наружному отверстию.

У мужчин камеры укреплялись по обеим сторонам яичка. Наши исследования включили в себя, как методику просвечивания, так и методику съемки. Измерения были проведены конвенциональной техникой, а также техникой жесткого излучения.

Несмотря на то, что исследования гонадной области составляют 75% нагрузки, возникающей в процессе диагностики (*Брун*, Международная организация труда, Женева 1957) (*Brown, World Health Organisation, Geneva 1957* —), мы не можем выпускать из поля зрения и мелкие индивидуальные нагрузки, возникающие при рентгеновских исследованиях участков, отдаленных от гонадной области. Надо сказать, что эти нагрузки и прежде всего исследования грудной клетки, в виду их распространенности, в значительной степени повышают вероятность гомозиготных комбинаций генов подвергнутых рецессивной мутации. Таким образом их генетический риск является ощутимым. В нашем докладе мы хотим обратить внимание именно на это.

Наибольшую нагрузку оказывают просвечивания, так как их физические параметры неблагоприятны. Большая продолжительность сильно повышает величину  $mAs$ , короткое расстояние (35 см) фокус — предмет оказывает влияние в квадратной зависимости. Вследствие этого гонадная нагрузка возрастает.

Гонадные дозы, полученные при просвечивании грудной клетки иностранными исследованиями, имеют большой диапазон рассеяния из-за различия в методах исследований, в особенности диафрагмирования, и в физических параметрах, главным образом напряжения и фильтров. По нашим

измерениям, в течение минутного просвечивания грудной клетки, мужчины получают в среднем 1,8 мгем, а женщины 0,6 мгем. В случае просвечивания детей, условия тем более ухудшаются из-за мелких размеров тела. В соответствии с возрастом и ростом детей, гонадная доза меняется на 2 единицы. По данным наших измерений, половые железы у мальчиков в течение одного просвечивания грудной клетки получили: при возрасте в 1 года 20 мгем, от 1—6 лет 0,8 мгем и от 6—14 лет 0,6 мгем. Гонадная нагрузка грудных детей таким образом в 25 раз повышает нагрузку следующей возрастной группы, и в 40 раз превышает нагрузку 6—14 летних детей! Частота просвечивания грудной клетки в следствие полного социального страхования, у нас довольно высокая. Вместе с тем она оказывает решающее влияние на гонадную нагрузку у населения Западной Европы, а также США, где по данным *Дональдсона* (Donaldson), из 175 миллионного населения страны, рентгеновское исследование ежегодно проходят 25 миллионов человек, причем 55% исследований проводится не рентгенологами. Преобладающую часть этих исследований составляют просвечивания.

По всему цивилизованному миру шли и сейчас идут споры по поводу опасности для генетики рентгеновского просвечивания легких (mass chest examination). В случае однократного снятия рентгеновского снимка за один год, по данным исследования ряда авторов (*Джонс и Вильсон, Ходжис, Либшнер, Мор, Лорэнц, Лоссэн, Шраг, Зелентаг, Вегелиус, Ношис* и др.) (Johns—Wilson, Hodges, Liebschner, Mohr, Lorenz, Lossen, Schrag, Seelentag, Vegelius—Noschis) гонадная нагрузка колеблется от 0,1 до 1,0 мгем. Длительность нагрузки естественно зависит от световой силы экранно-оптической системы и поэтому, при использовании зеркальных камер, гонадная доза меньше (по *Джонсу и Вильсону*) Johns—Wilson (1/4-ая — 1/5-ая), несмотря на то, что световая сила цайсовской линзовой оптики также значительно повысилась. У Оделки 7×7 см-ов (1 : 0,75) 120 kV, 8 mAs с 2 mm

Al индикаторной глубинной диафрагмой в среднем мы измеряли 0,40 мгем. Граница дозы у Оделки (Odelca) (10×10 см-ов) большей световой силы (1 : 0,63) была равна 0,25 мгем. Поразительно маленькое среднее число, (0,55 мгем), высчитанное *Езером, Мэлом и Шефером*, (Oeser, Mehl, Schaefer) находится ниже уровня своих собственных показателей, полученных при производстве грудных снимков «full size».

Если мы сравним дозы со степенями просвечивания, то станет ясно, что нагрузка в 1,8 мгем однократного просвечивания в 4 с половиной раз больше гонадной дозы одного флюорографического снимка (0,4 мгем). У маленького ребенка нагрузка просвечивания (20 мгем), то есть в 50 раз больше!

Нет сомнений после этого, что частоту просвечиваний следует снизить в пользу рентгеновских снимков. Наиболее целесообразным кажется применение флюорографического метода, ввиду его экономичности. Он отлично проходит для массовых диспансерных исследований, но в клинической диагностике не может полностью заменить снимки «full size». *Глоккер* (Glocker) допускает провести диспансерное обследование работников, занятых в области рентгенорадиологии, только при помощи крупных снимков, ввиду меньшей гонадной нагрузки последних.

Отсюда следует, что частота снимков грудной клетки «full size» должна увеличиваться, поэтому необходимо обеспечить и здесь гонадную защиту больных.

Для получения реальной картины об уровне легочной нагрузки легочных телеснимков, мы сопоставили результаты измерений зарубежных авторов со своими данными (см. таблицу № 1). Показатели различных авторов резко расходятся; они колеблются в пределах 0,01—3,0 мгем. Наряду с факторами методики измерения, причину расхождения следует искать в примененных физических условиях и в гонадном расстоянии, индивидуально различным. При безукоризненном выполнении, из факторов методики измерения, существенное влияние на показатели может

Таблица I

Грудные снимки	Stenfor- Vance	Martin	Osborn Smith	Гонадные дозы в мг							
				Laughlin Pulman	Arfran Crooks*	Koren Mandal	Holt Hodges	Seelentag и corryuntici	Храбовски		
									Циркуляр- ный тубус	Глубинная диафрагма	Прикрытый
Мужчин РА	0,36	0,30	0,36	1,00	0,01	1,0	0,35	0,06	0,70	0,10	0,05
Женщин	0,07	2,00	0,07	3,00	0,02	1,00	0,07	0,11	0,75	0,20	0,08
Мужчин Боковые	0,36	—	—	—	—	1,0	—	0,042	0,20	0,06	0,02
Женщин	0,07	—	—	—	—	1,50	—	0,059	0,30	0,08	0,04

оказать хотя бы сам объект: больной, труп, или же фантом. Даже качество последнего (гомогенное, неггомогенное) имеет больше значение. Абсорбция и рассеивание вмонтированного в фантом скелета вызывает значительные изменения показателей, полученных у неггомогенного фантома, приближая их к человеческому телу. Однако, достижение биологической многогранности живого организма, недоступно и этому фантому. В тоже время, неггомогенные фантомы весьма пригодны для изучения закономерных связей и влияния отдельных физических факторов путем серийных измерений. Ведь, следует учесть, что живой человек не может быть подвергнут подобной нагрузке.

Из физических факторов наибольшее значение имеет величина поля охвата, т.к. с одной стороны она резко увеличивает объемную дозу и, следовательно, и рассеивание и, с другой стороны, от нее зависит возможность попадания гонадов в сферу действия прямых лучей. Съёмочно-установочная техника, стало быть, оказывает решающее влияние на гонадную дозу. При определениях, произведенных циркулярным тубусом, нами получены цифры, немного превышающие показатели *Зелентага* (Seelentag). Глубинной диафрагмой и узкой щелью нам удалось приблизиться к

показателям *Зелентага*, а при прикрытии участков, удержать гонадные дозы на еще более низком уровне.

Лучевая нагрузка яичка в крупном поле всегда выше нагрузки яичников, т.к. яичко в таких случаях попадает непосредственно под действие прямых лучей. При применении более узкой диафрагмы, доза яичников может оказаться выше, так как яички в данном случае не попадают под действие прямых лучей. Такое соотношение нагрузки яичка и яичника при легочных телеснимках указывает на то, что съёмочная техника и диафрагмирование были неправильными. На гонадную дозу влияние оказывает также направление снимка. Так, например, показатели при производстве грудного снимка у мальчиков 5-ти лет, были следующие:

AP без диафрагмирования — 117 mrem  
 PA без диафрагмирования — 9 "  
 PA с диафрагмированием — 1 "

Таким образом, соотношение без диафрагмирования является 13-кратным, а с диафрагмированием больше 120-кратного.

На основании изодозных кривых, полученных *Ценом* и *Фриком* (Cen, Frik), а позднее *Зелентагом* и *Клотцом* (Seelentag, Klotz) на фантомах, а также *Бюли*, *Лоусом*

\* Яичко прикрыто

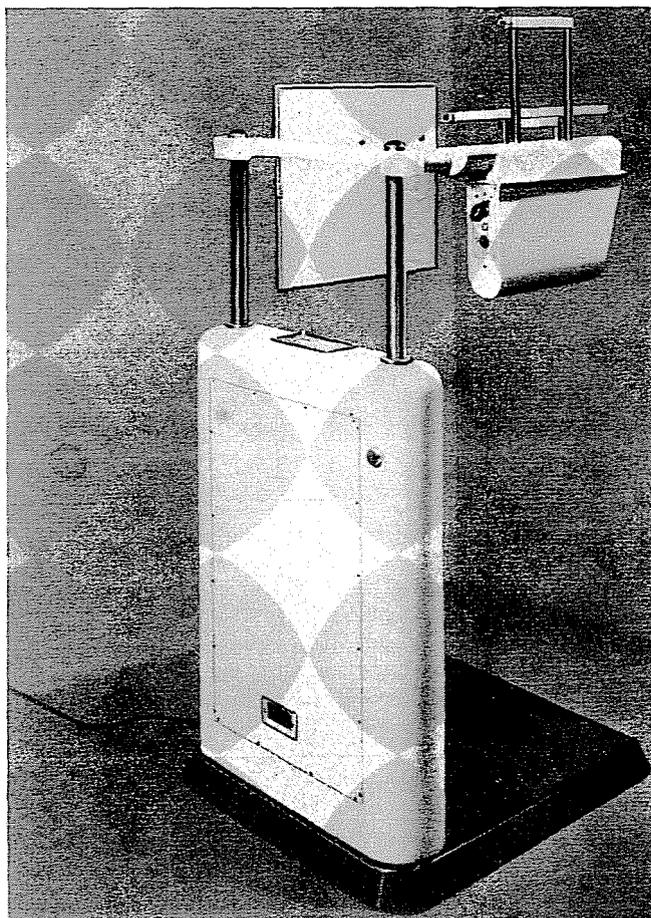
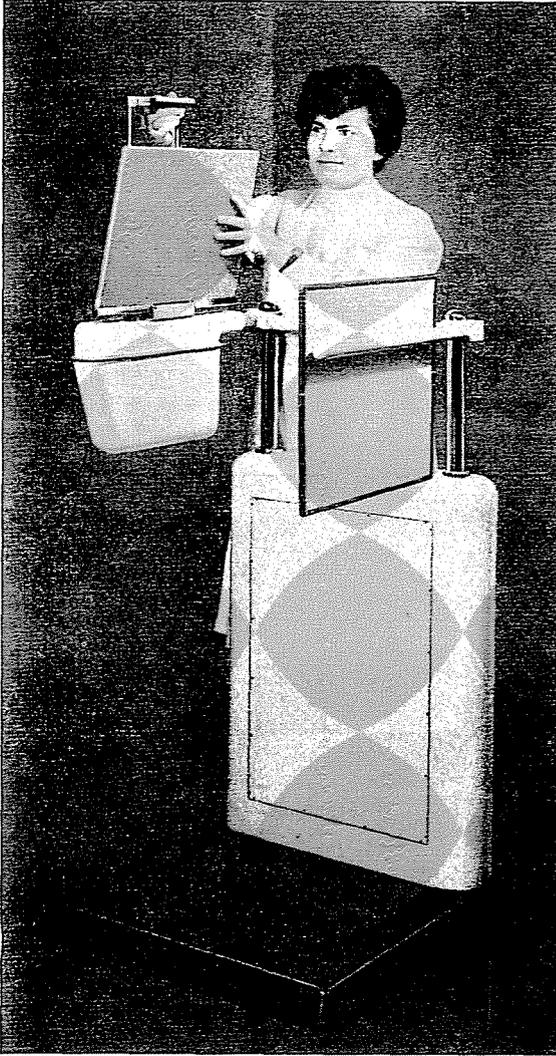


Рис. 1. «Генопрот»-штатив со стороны ассистента

и *Меддлтоном* (Bewley, Laws, Myddleton) на фантоме беременной женщины и, наконец, из рентгено-клинических наблюдений множества авторов, нам известно, что при снимках таза и низ-живота, т. е. гонадной области, с увеличением напряжения отмечается снижение гонадной дозы. По нашим данным гонадная доза при жесткой съемочной технике на 60—70% ниже обычной. При съемках участков, отдаленных от гонадной области, например при грудных снимках, большее рассеивание, отмечаемое при значительных напряжениях, может компенсировать влияние меньшей объем-

ной дозы, в результате чего может наступать нарастание гонадной дозы. Последнее, по оценке *Цена и Фрика* (Cep, Frik), может достичь не больше 10%, а по данным *Езера* (Oeser) и сотрудников даже 30%. Нарастание рассеивания, в свою очередь, компенсируется тем, что чувствительность рентгеновской пленки растет параллельно жесткости (*Хондиус, Болдинг*) (Hondius, Boldingh). Данное нарастание, по данным отдельных авторов (*Виденманн, Бухгейм, Мэттсон*) (Widenmann, Buchheim, Mattson), колеблется в пределах 20—60%, что, по их мнению, с избытком компенсирует



*Рис. 2.* Кассета легко и быстро вмещается в держатель

10%. При увеличении напряжения, т. е. при применении жесткой техники, весьма существенным является соответствующее усиление фильтрации.

При грудных снимках применение жесткой техники, с точки зрения гонадной защиты, невозможно в той мере, как это практикуется при съемках на участках, близких

к гонадной области. По этой причине мы также вынуждены искать другие пути для обеспечения гонадной защиты.

Необходимо упомянуть и о нагрузке детей при легочных телеснимках. Пропорции тела детей менее благоприятные с точки зрения гонадной защиты. Исследуемая область расположена ближе к гонадам,

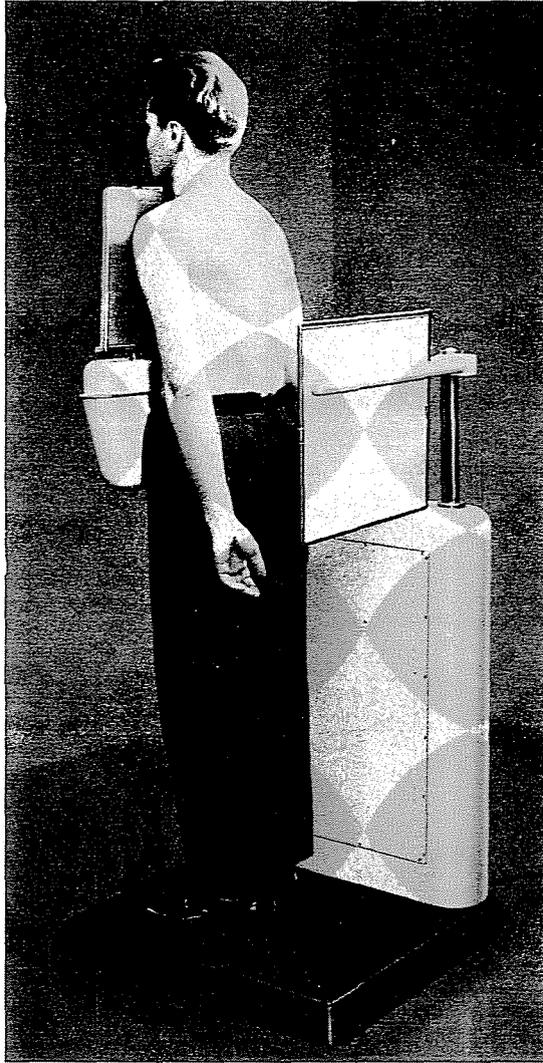


Рис. 3. Кассета устанавливается к пациенту и тогда граница лучевой тени проектируется на нижний край пленки

нежели у взрослых. С другой стороны, преимущество жесткой техники здесь выражено больше.

Показатели детских снимков, имеющиеся в научной литературе, получены, как правило, на фантомах, хотя *Зелентагом* (Seelentag) и его сотрудниками, а также *Хартунгом* (Hartung) были произведены

измерения и у детей. По данным *Зелентага*, *Нумбергера*, *Кнорра* и *Кольберга* (Seelentag, Numberger, Knorr, Kolberg) гонадная доза у мальчиков первой возрастной группы — в среднем 0,34 мгем — при грудных снимках AP, сделанных глубинной диафрагмой, а у девочек в прямой кишке—0,28 мгем. Нами у мальчика 1-го года при сним-

ке AP установлено 16 мгем, а при боковом снимке 38 мгем без глубинной диафрагмы и прикрытия. При узкой диафрагме и прикрытии наши показатели были ниже 1 мгем.

Сопоставление этих цифровых данных позволяет сделать тот вывод, что, применяя

ки своих больных на возможно низком уровне. Если нет стремления к правильной технике исследования, население может подвергаться легко нагрузке двойной дозы, считающейся опасной и едва-ли выносимой для последующих поколений как с точки

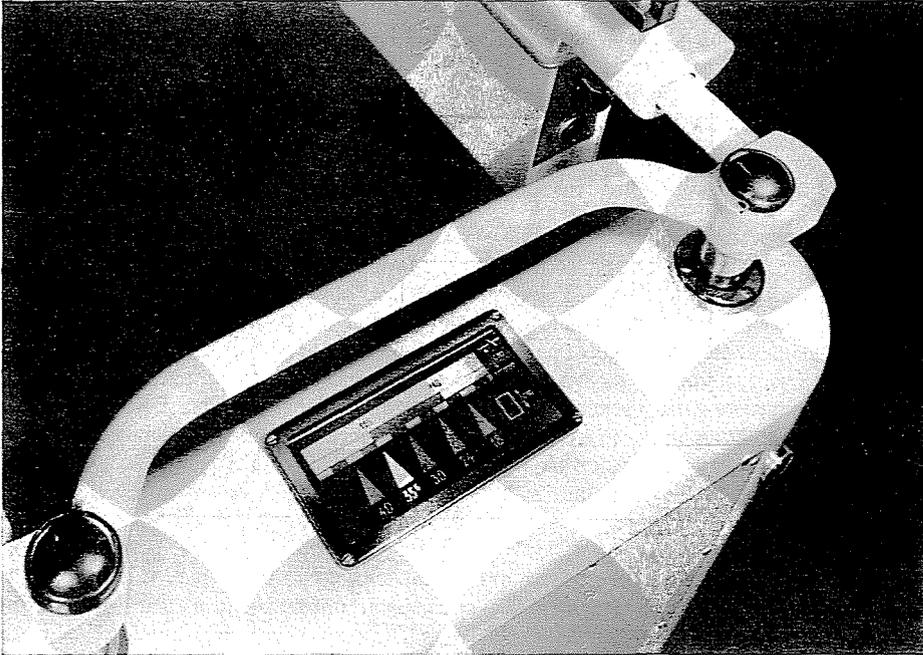


Рис. 4. Устанавливаемая высота фокуса трубки может быть отсчитана в мгновение ока

циркулярный тубус, гонады детей несомненно попадают под действие прямых лучей при грудных снимках. Поэтому, за неизменным лучшим способом, применение глубинной диафрагмы, а также прикрытия живота и области таза, являются обязательным требованием.

В связи с нарастающей технической лучевой нагрузкой человечества, непрерывно нарастает также ответственность врача, который в своей деятельности не может не учитывать вопросы генетического прогноза. Врач обязан рассмотреть трезво свои назначения, а рентгенолог принять все меры для поддержания лучевой нагруз-

зрения евгеники, так и с точки зрения социальной.

На основании сказанного можно подчеркнуть, что даже относительно небольшая гонадная доза грудных телеснимков в значительной степени увеличивает генетическую нагрузку населения, так как она способствует встрече многочисленных, поврежденных генов. Ввиду известности этого факта, были различные попытки с целью снижения гонадной нагрузки, связанной с исследованиями грудной клетки. Свинцовая пластина на Т-образной подставке, лучезащитная стенка Уатсона (Watson), «Lower Back Shield». (Rothband and Co.), свин-

цово-резиновые панталоны или юбка *Стильве* (Stilve), колпак для защиты яичка, фартук, предложенный *Кеттгенем*, *Хартунгом* (Köttgen, Hartung) и рядом других авторов — все это попытки найти разрешение вопроса. Однако, их применение требует особого внимания и труда для обеспечения защиты. Поэтому мы стремились к разрешению автоматической гонадной защиты, осуществление которой удалось при помощи кассеты — штатива грудных снимков, снабженного лучевой защитой и названного «Генопрот-ом». Со специальной подставкой для фиксации трубок, предназначенной для других целей Генопротом можно также пользоваться, причем без установления механической связи с подставкой.

Понятие разрешенной впервые «автоматической гонадной защитой» заключается в следующем: когда кассета фильма на соответствующем уровне высоты установлена и горизонтальный основной луч рентгеновской трубки направлен к середине кассеты, лучепринимающая пластина прикрывает без особой установки, автоматически все участки тела, расположенные ниже полезной нижней границы изображаемого легочного поля, где уже нет отделов, интересующих нас с диагностической точки зрения. Акцент при этом способе на том, что пучок лучей не приходится ограничивать отдельно. Напряженный рабочий ритм рентгеновского отделения едва ли позволяет несение такой добавочной нагрузки; качество гонадной защиты не может пострадать от снижения внимания, вызванного утомлением работника рентгеноотделения. Теоретически и до сих пор была такая возможность, чтобы ассистент, следя за лучевым полем на коже больного, при помощи проекционной, глубинной диафрагмы регулировал пучок лучей с тем, чтобы он приходился на полезную нижнюю границу грудной клетки. Вместо глубинной диафрагмы, ограничение лучевого поля можно осуществлять, также с помощью лучезащитной стенки устанавливаемой по высоте, вблизи больного или фартука. Однако в практической деятельности оба

метода негодны, так как связаны с добавочной работой у каждого больного.

Генопрот сконструирован следующим образом: При установке по высоте, ложе, содержащее кассету фильма, влечет за собой лучезащитный экран, эквивалентный 2-миллиметровой свинцовой пластине, продвигающийся по стороне рентгеновской трубки вблизи больного (см. рисунок № 7). Независимо от размера кассеты, верхняя теневая граница пластины проицируется всегда точно на нижний край фильма, когда горизонтальный основной луч рентгеновской трубки направлен на середину фильма. Такое одновременное «двойное центрирование», объясняется конструкцией Генопрота, разработанной на основе принципов тригонометрии. А это означает, что прямой луч не может попасть на нижний край фильма. Из данной важной конструкционной особенности логически вытекает новая установочная методика кассеты: если раньше на высоте подбородка больного устанавливался верхний край кассеты, то сейчас, на уровне полезной нижней грани изображаемого легочного поля, устанавливается нижний край фильма, под которым уже нет отделов, представляющих диагностический интерес. С точки зрения лучевой профилактики, это единственная правильная методика для установки кассеты, так как она концентрирует внимание на границу, являющуюся критической, как с точки зрения гонадной защиты, так и для изображения картины, непременно нужной нам для постановки диагноза. Теперь нечего бояться того, что верхушки могут не выходить на снимках, как это бывало при прежней методике установки кассеты. Ведь, при новом способе, лишние абдоминальные разделы исключаются, так что по существу фильм продвинул в верхнем направлении по отношению к больному. Это, в свою очередь, обеспечивает обязательное изображение отдела верхушек на фильме.

Для быстрой и правильной установки по новому методу, на ложе кассеты Генопрота красная светящаяся, горизонтальная лучевая полоса (индекс фильма) ясно ука-

зывает расположение нижнего края фильма. При помощи последнего, установка равномерно продвигающейся кассеты становится весьма простой задачей. Кроме того, точность установки облегчается автоматической фиксацией фиксирующего рычага, автоматически препятствующего смещению уже установленной кассеты.

Другой характерной особенностью Генопрота является наличие шкалы фокусировки. Дело в том, что фокус, расположенный на отдельном штативе рентгеновской трубки, необходимо установить на уровне центральной части уже установленной по отношению к большому кассеты фильма, чтобы горизонтальный, основной луч трубки попал как раз на середину кассеты. Эту задачу центрирования нужно выполнить при каждой съемке. Она усложнена и упрощена шкалой фокусировки, по которой можно определить даже на первый взгляд нижний уровень, необходимый для фокуса трубки при помощи вмонтированной, подвижной, сантиметровой шкалы и осветленного в этот момент лучевого индекса (индекс фокуса) (см. рис. № 2).

Конструктивное исполнение Генопрота одновременно разрешает также проблемы центрирования, возникающие в связи с изменением размеров фильма. В тех случаях, когда необходимо менять размер кассеты поворотом «переключателя кассет», расположенного на держателе, обеспечивающем смещение кассеты, вносится соответствующая поправка и условия автоматического двойного центрирования обеспечены (см. рис. № 3).

Генопрот, несомненно, означает большой сдвиг в области лучевой профилактики при легочных снимках, сделанных на рас-

стоянии. До сих пор, при применении циркулярного тубуса, ввиду большого расстояния между фокусом и фильмом, гонады часто попадали в слишком широкий, первичный пучок лучей. Теперь же Генопрот с полной уверенностью освобождает гонадную область от первичной радиации и, кроме того, благодаря своей особой установочной системе, обеспечивает в каждом случае возможно максимальную отдаленность пучка лучей от гонадов. Рассеивание радиации уменьшается еще тем, что на Генопроте имеется лучепоглощающая пластина, в результате чего теневая граница представляется максимально четкой, зоны полутени нет. (См. рис. № 4).

Подводя итог сказанного, можно заключить, что введение Генопрота в практику рентгенодиагностики, имеет крупное значение с точки зрения лучевой профилактики. Генопрот вправе занять место прежних, простых телерентгенографических штативов кассеты. Таким образом, каждое рентгеновское отделение имеет возможность, при производстве телеснимков, обеспечить надежную гонадную защиту грудной клетки без особого контроля ассистента и безо всякого снижения обычного ритма работы.

Относительно скромная стоимость Генопрота представляет материальные возможности для уверенной ликвидации генетического лучевого поражения в этой важной области диагностики.

Когда удастся обеспечить гонадную защиту и при выполнении других диагностических мероприятий, тогда не будет основания для опасения что «потомство упрекнет нас в легкомыслии» (Мюллер) (Müller).

## Попеременное применение двух разных автоматических систем у трехфазных диагностических рентгеноаппаратов

Э. ШАРМАИ

Направления развития современной рентгентехники требуют максимальной мощности как от рентгеновской трубки так и от рентгеновского аппарата. Так, например, контрастное исследование сердечной и кровеносной систем требует сокращения до возможно минимального времени экспозиции, для чего, однако, требуются весьма большие величины нагрузки на трубки в ма. Как известно, условием этого является по возможности полное выпрямление переменного напряжения (выпрямление трех фаз с помощью 6 вентилей). Однако, с другой стороны успешное выполнение определенных задач, как например, дистанционная съемка всего позвоночника требовало повышения напряжения трубки в начале до величины 125, а затем до 150 кв. Косвенно это требование основывается также на выпрямлении, так как пульсирующий постоянный ток обычного четырехвентильного аппарата нагружает рентгеновскую трубку *пиковым напряжением* в то время как мощность рентгеновской трубки, образующая рентгено снимок, пропорциональна *эффективному* напряжению (являющемуся лишь долей пикового напряжения). Только выпрямлением трех фаз достигается то, что между пиковым и эффективным значениями полученного постоянного напряжения нет заметной разности. Как и приведенные примеры, так и прочие, здесь не упомянутые диагностические мероприятия способствовали расширению области применения трехфазных аппаратов. В результате тех же самых методов стали разносторонними и устройства для

исследования. В то время, как прежние так называемые мощные аппараты предназначались для обслуживания лишь двух установок исследования (просвечивающего штатива и стола Букки), ныне простой просвечивающий штатив заменен установками сложной конструкции, с механическим откидыванием в различных направлениях, предназначенными для исследования желудочно-кишечного тракта, а наряду со столом Букки появились устройства для производства послойных снимков, поперечные томографы, сериографы с зеркально-оптическим флюорографическим устройством (из которых при определенных исследованиях одновременно действуют две установки, устройства для исследования с системой усиления изображения и т. д.). Таким образом современный мощный аппарат пригоден для обслуживания четырех и даже более рабочих мест, т. е. для обслуживания установки для исследования и рентгеновской трубки.

На основании этого разнообразия требований становится ясным, что система управления — т. е. пульт управления — трехфазных аппаратов намного сложнее, чем у прежних аппаратов. Таким образом, наряду с тем, что эти современные аппараты позволили разрешить казавшиеся до сих пор неразрешимыми задачи, они оказались чрезмерно сложными и затрудняющими быстрое выполнение ходовых исследований, так как в данных случаях приходилось проверять и настраивать гораздо больше регулировочных ручек приборов и позиций включения, чем у четырехвентильных ап-

паратов. В результате этого зачастую большинство ходовых исследований вместо трехфазного аппарата производилось вновь на аппаратах меньшей мощности. Ввиду того, что основную часть повседневной ра-

Таким образом обоснованным является стремление к тому, чтобы при сохранении универсального характера аппарата, найти такое упрощенное управление для производства снимка, которое было бы пригод-

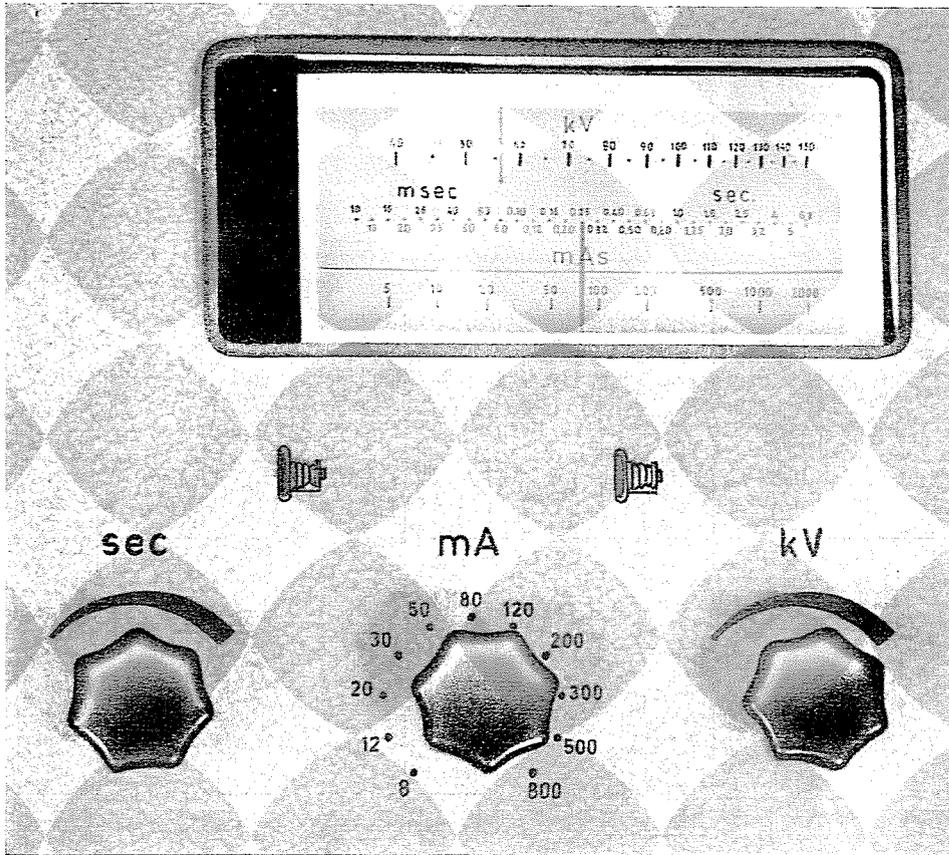


Рис. 1

боты почти везде составляют типовые исследования относительно дорогостоящий трехфазный аппарат не оказывается универсальным, хотя и пригоден для выполнения всех исследований. Если несмотря на многообразие функций, аппарат остается недоиспользованным и не оправдывает себя в эксплуатации, то он действительно не экономичен.

ным для разрешения автоматического выполнения ходовых и шаблонных снимков. Двойная автоматическая система («свободная» и автоматика «рапид»), внедренная в венгерской промышленности рентгеноаппаратостроения основана на комплексе вышеприведенных требований.

При выполнении многих специальных исследований становится абсолютно необ-

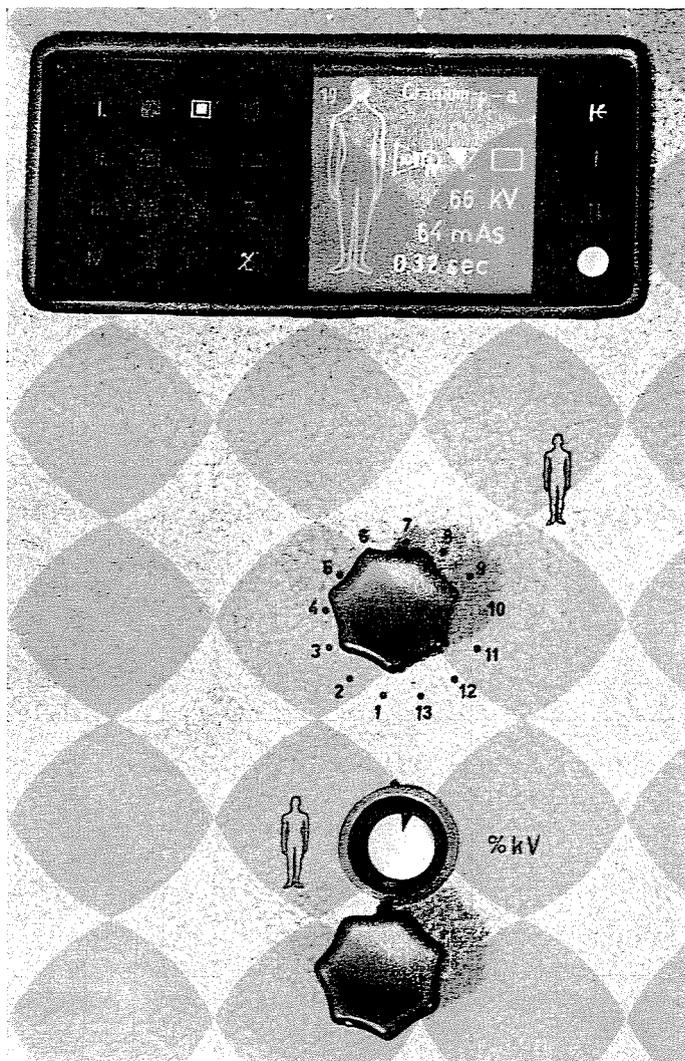


Рис. 2

ходимым, обеспечение возможности свободного подбора факторов для производства снимков (кВ, мА, сек) в пределах, обусловленных допустимой нагрузкой рентгеновской трубки (смотри рис. 1). Эти три величины могут быть отрегулированы независимо друг от друга, причем защитное устройство аппарата обеспечит, чтобы допусти-

мый предел нагрузки рентгеновской трубки при любой комбинации регулируемых величин не был превзойден даже в том случае, если на разных рабочих местах применяются типы фокуса трубки разной нагрузки (2, 3, 50 кВт). Удобство данной автоматической защиты трубки от перегрузки при производстве снимков повышается указа-

телем нагрузки, который при любом изменении величин кв, ма, сек и фокуса трубки заранее показывает процентное соотношение данной нагрузки при заданном фокусе трубки к допустимой. В случае перегрузки естественно заранее т. е. перед включением высокого напряжения указатель нагрузки дает сигнал «стоп».

Аппарат, управляемый такой «свободной» автоматикой, удовлетворяет всем тре-

ментального исследования всех типов съемки обычно применяемых в большинстве случаев повседневной работы, а также после определения относящихся к ним оптимальных факторов съемки, рассмотреть, возможно ли на основании этих данных составить автоматическую программную регулировку аппарата с таким расчетом, чтобы настройкой единственного регулятора можно было автоматически отрегули-

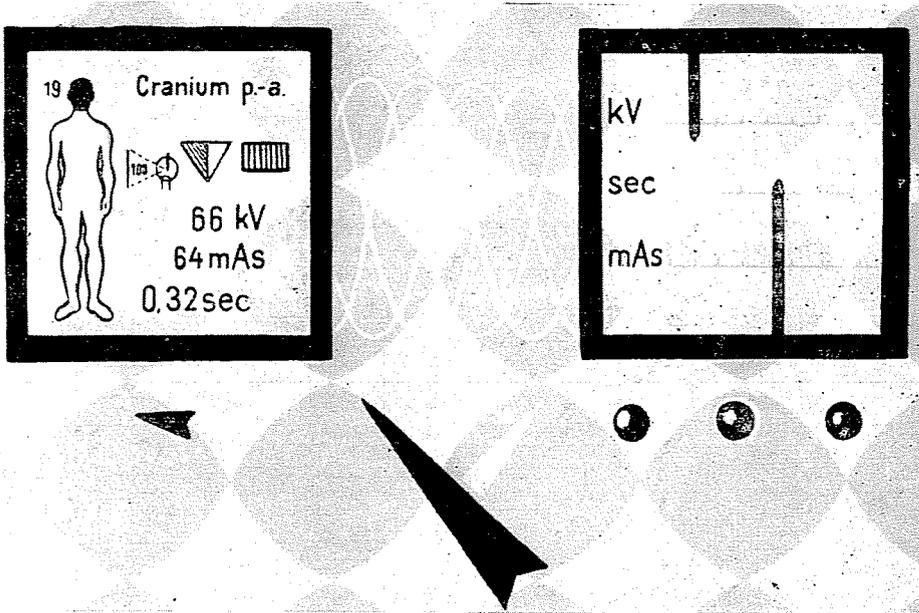


Рис. 3

бованиям специальных исследований, однако, при производстве обычных съемок становятся затруднительным, так как необходима внимательная проверка положения ряда регулировочных ручек, чтобы убедиться в правильности регулировки (переключатель рабочих мест, переключатель фокуса, регулятор тока трубки в ма, регулятор напряжения, реле времени, киловольтметр, миллиамперметр, указатель нагрузки и т. д.). В результате этого справедливым является требование после экспери-

ровать все вышеперечисленные величины. С технической точки зрения эта задача может быть выполнена, например, с помощью настройки переключателя «выбора участка тела» на соответствующую ступень. При этом автоматически включаются величины, необходимые для съемки данного участка тела, включая выбор рабочего места, диафрагму Букки и т. д. Одновременно с настройкой переключателя целесообразно отобразить на пульте управления наглядную схему, отражающую отчасти исследуемый



*Рис. 1*

участок тела, а кроме того те факторы съемки, воспроизведение которых не зависит от аппарата, а может быть обеспечено лишь обслуживающим персоналом (расстояние между фокусом и пленкой, качество усиливающего экрана, диафрагма Букки, тонкий растр и т.д.). Кроме этого естественно следует указать среднюю толщину

тела, в расчете на которую производилась программная регулировка (см. рис. 3).

Автоматическая система «рапид» не являлась бы совершенной без возможности согласования типовых факторов съемки, относящихся к средней толщине тела с факторами, соответствующими толщине те-

ла больных различного телосложения, возраста и т. д. Разность в толщине тела может компенсироваться повышением, а также снижением величин кв, особенно в том случае, если обеспечены широкие диапазоны регулирования величины кв (от 35 до 150 кв). Таким образом, наряду с переключателем, служащим для выбора участка тела, необходимо иметь дополнительный регулятор (смотри рис. 2), служащий для повышения или понижения величины кв, устанавливающейся в автоматической системе «рапид». Этим достигается оптимальное упрощение сложного управления трехфазного аппарата в области производства простейших снимков. Настройкой всего двух ручек аппарат не только полностью готов к съемке, но и настроен с учетом разности телосложения больных. Тем самым наименование «рапид» полностью характеризует данную систему.

Возникает вопрос, не получается ли слишком большим разнообразия снимков, программное управление которых должно быть внесено в аппарат. Это значительно затрудняет быстрый выбор. Статистические данные подтверждают, что 95% материала типовых снимков рентгеновских лабораторий относится к 9—10 видам снимков. Оставшиеся 5% относятся к 3—4 видам снимков редко встречающимся, но еще считающимся типовыми. В результате этого для переключателя «выбора участка тела» достаточно отвести 13 полюсных позиций. Таким образом 13 диапозитивов соответствующих размеров могут быть размещены на вращающемся барабане, вмонтированном в пульт управления.

Рентгеновский аппарат поставляется заводом с автоматикой «рапид» настроенной по заданной программе, т. е. по среднему ассортименту, который составлен на основании приобретенного на практике опыта. (Типовый перечень участков тела следующих: *cranium p. a. vert. regio cervicalis, arterio humero scapularis, articulatio cubiti, thorax, pulmo, vert. regio lumbalis, bulbus duodeni, ren, pelvis, collum, crus*). У двойной автоматике, однако, заводской подбор участков тела и соответствующих данных

нагрузки далеко не означает окончательного варианта, который не может быть изменен на месте рентгеновской лабораторией в любой последующий период и внесен в автоматику «рапид» в соответствии с возникающими требованиями.

Естественно, что отдельные рентгеновские кабинеты не всегда применяют те же самые 10—13 типовых снимков. В данной области имеются расхождения уже и между рентгеновскими кабинетами, работающими в отдельных больницах. Например, в больницах, где имеется ортопедическое или урологическое отделение, обслуживающее большое число больных, роль типовых снимков играют съемки иного характера, чем в тех больницах, где большинство больных обслуживается терапевтическим и общим хирургическим отделениями. Совсем иная картина с точки зрения структуры типовых снимков получается в рентгенологическом отделении специального учреждения. (Например, детская больница, институт хирургии сердца и кровеносных сосудов, институт хирургии мозга, гинекологическая клиника, ото-ларингологическая клиника и т. д.) Именно здесь проявляется преимущество двойной системы автоматике, так как институт сам может подобрать материал съемки, вносимый в программу автоматике «рапид» и в соответствии с местными условиями использовать наиболее подходящие факторы съемки, а в случае изменения профиля обслуживания больных больницы, или института (например, ликвидация специальных отделений или создание новых) заданная программа автоматической регулировки аппарата может быть изменена в соответствии с новыми требованиями.

Эта система намного менее жесткая, чем остальные основанные на аналогичном принципе, и в которых отрегулированные заранее на заводе и зафиксированные величины, на месте практически уже не могут быть изменены. Двойная система автоматике более гибкая, так как программная регулировка осуществима в рентгеновском отделении заказчика в любое время.

Программная регулировка автоматике

«рапид», на месте с привлечением опытного рентгенотехника весьма проста. В случае отклонения от зафиксированных на заводе 13 различных снимков, диапозитивы, относящиеся к остальным видам снимков, поставляются в виде дополнительных принадлежностей аппарата. Аппарат после установки первоначально работает в системе «свободной» автоматики. После выбора часто встречающихся и ввиду этого необходимых видов съемок и после установления соответствующих регулировочных величин, согласно инструкциям по монтажу следует заменить диапозитивы, установленные во вращающемся барабане переключателя «для выбора участков тела» системы автоматики «рапид», диапозитивами, входящими в комплект принадлежностей аппарата и соответствующими выбранным условиям съемки. Также следует разъединить на клеммной колодке автоматики «рапид» контакты включений, соответствующих прежним программным условиям и факторам съемки и подключить их соответственно заданным требованиям. Если не считать замены сопротивлений времени, сопротивлениями, соответствующими новым выдержкам (последние входят в набор, прилагаемый к аппарату), то переход на новый режим работы, по существу заключается лишь в перепайке небольших отрезков проводов. Не требуется специальной регулировки в испытательном зале и нет необходимости в сложных методах контрольных измерений.

Диапазон напряжения в пределах от 35 кв до 150 кв, предназначенный для корригирования отклонений толщины тела не включен полностью в программную регулировку фиксированной автоматики «рапид», так как при корригировании в обоих направлениях следует иметь запас напряжения с таким расчетом, чтобы оно не превысило допустимой нагрузки рентгеновской трубки. Для этой цели требуется ок. 30% в нижнем и 20% в верхнем пределе измерения, в результате этого величины кв внесенные в программную регулировку колеблются в пределах 70—120 кв.

Киловольтный переключатель компен-

сирует отклонения толщины тела. После настройки переключателем «для выбора участка тела» в автоматической системе «рапид» величины кв, соответствующей *средней толщине* данного участка тела при заданных условиях, с помощью киловольтного корректора, *заранее установившееся* напряжение может быть повышено или понижено, в зависимости от необходимости, процентным делением со ступенями в 5%. Процентная сумма фиксируется служащим для этой цели *измерительным прибором*. Таким образом данная система весьма хорошо согласована с требованиями съемочной техники, так как общеизвестно, что процентное, а не линейное изменение времени экспозиции вызывает потемнение или посветление изображения. В целях корригирования отклонений толщины тела высокое напряжение, подключенное к трубке, также следует процентно повысить или понизить.

Данная фиксированная автоматика «рапид» значительно упрощает выполнение ходовых снимков при работе с трехфазными аппаратами. Однако, даже при ходовых снимках могут встречаться технические трудности, препятствующие работе с заранее настроенными факторами съемки. Как правило, например, в области неподвижных органов (череп, конечности, позвоночник, таз и т. д.) мы не стремимся достичь крайне короткого времени экспозиции. Однако, часто при исследовании плачущих или пугливых детей, бредящих или находящихся в бессознательном состоянии больных или же трясущихся стариков, с целью устранения нечеткости изображения при производстве снимка, время экспозиции должно подбираться по возможности минимальным. В данных случаях заранее настроенная автоматика «рапид» не применима. В то же время, именно в этом и заключается преимущество двойной системы автоматики, так как переводом *единственной ручки* осуществляется переключение на «свободную автоматику» и, зная величины кв, ма и сек, необходимые для съемки в пределах произведения ма на сек может быть подобрана любая необ-

ходимая низкая величина времени экспозиции. (Детальный расчет не входит в объем данной статьи и поэтому нами опущен).

При помощи вышеупомянутого переключателя системы автоматике осуществляется переключение на «свободную» автоматику и в случае применения специальных устройств для исследования (сернографа усилителя изображения и т. д.), а также в случае специальных исследований.

*Обобщая вышесказанное*, можно заключить, что система двойной автоматики трехфазных аппаратов имеет значительные преимущества, так как «свободная» автоматика позволяет экспериментально установить и свободно подобрать оптимальные факторы съемки, наиболее соответствующие данным условиям, а система «рапид» фиксирует экспериментальные данные для наиболее часто встречающихся снимков и переключением одного переключателя воспроизводит их одновременно включая соответствующий фокус трубки и устройства для

исследования. Второй переключатель позволяет просто и быстро скорректировать отклонения индивидуальной толщины тела. Данная двойная система способствует тому, чтобы трехфазные рентгеновские аппараты сложного управления, требуемые современной техникой, и способные обслуживать 3—4 исследовательских установки, удовлетворяли не только требованиям специальных исследований, но и работали надежно, быстро при выполнении обычных повседневных исследований.

Заводом рентгеновских аппаратов «Медикор» система двойной автоматики осуществлена во внедренном им трехфазном аппарате «Контрастор-150».

Этот наиболее крупный по размерам диагностический аппарат, попеременным применением двойной системы автоматики (максимальное напряжение рентгеновской трубки 150 кв, максимальный ток рентгеновской трубки 1000 ма) может наиболее целесообразно использоваться во всех областях рентгенотехники.

*Printed in Hungary*



*Диагностические аппараты :*

Контрастор — 150, Диагномакс — М — 125, Серикс — 6 Медирент — 100

*Терапевтические аппараты*

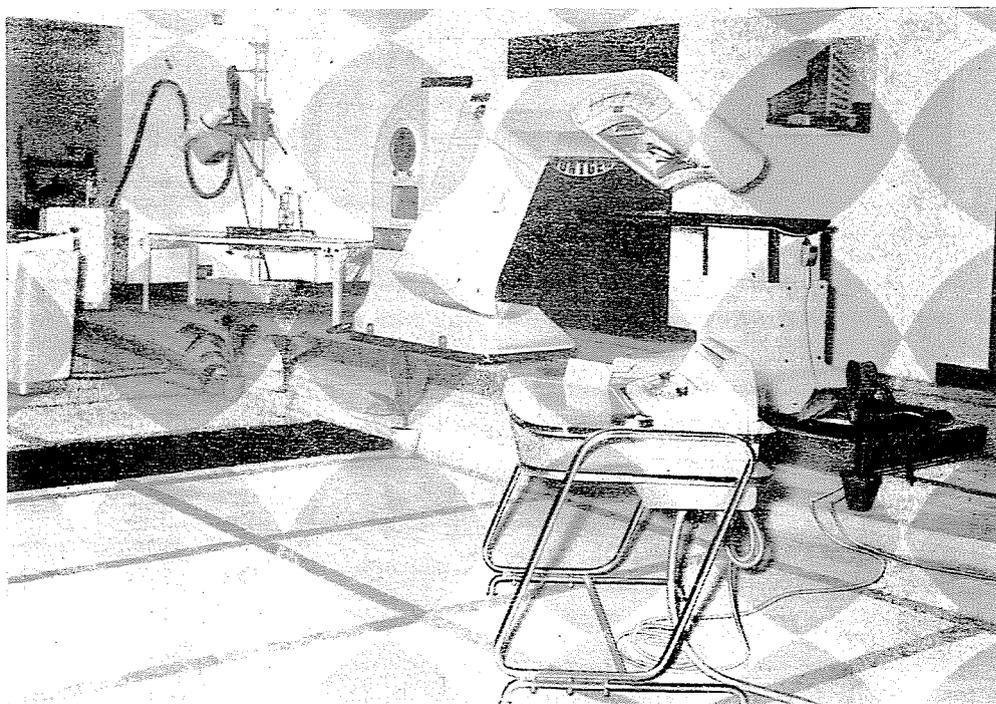
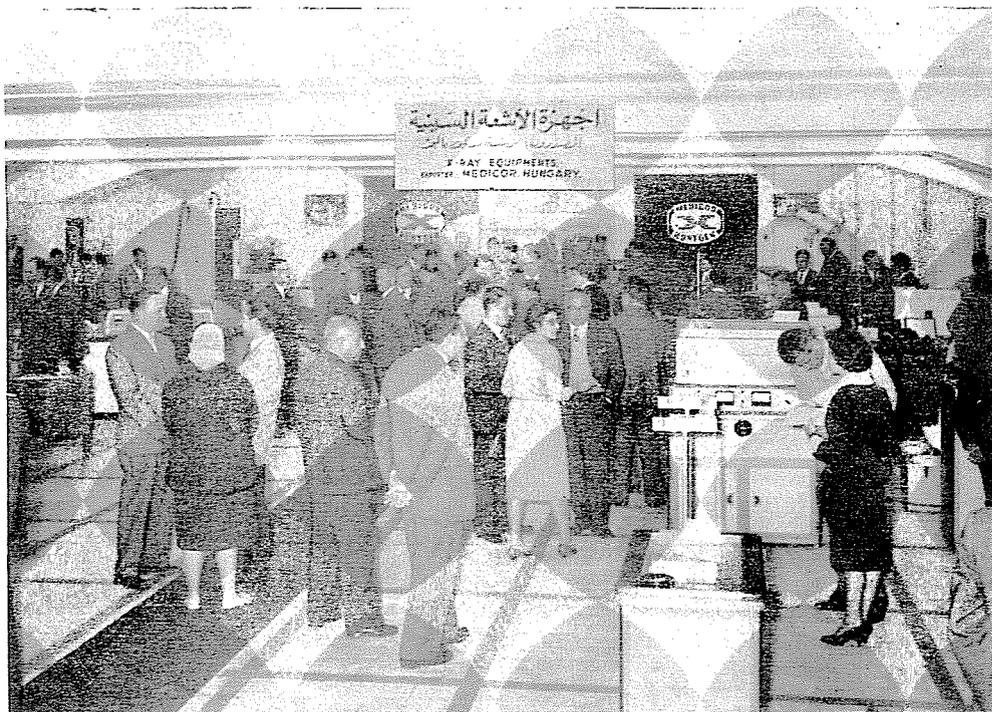
ТНХ — 250, СН — 60

*Приспособления для диагностики :*

UV-1, UV-2, R-1,  
Усилитель изображения  
Интерноскоп, Унископ,  
Бюкистрат, Генопрот

*Приспособление для терапии :*

Сферотерикс, Штатив  
— TST



Выставка завода «МЕДИКОР» в Каире в 1961 г.