

## Ангиография: радиационно-гигиеническая характеристика условий труда персонала

В.И. Кузин

Октябрьский филиал ФГУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии по железнодорожному транспорту» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург

*Обобщены данные литературы по дозам облучения персонала при выполнении ангиографических исследований. Представлены технические и дозиметрические характеристики ангиографических аппаратов. Проанализированы дозы облучения персонала при выполнении исследований сосудов головного мозга и каротидных зон, ангиокардиографии, гепатоабдоминальной области, почек и тазовой области. Показано, что основными путями снижения доз являются экранирование рабочих мест, использование средств защиты щитовидной железы и хрусталика глаза, ограничение числа проводимых исследований за счет увеличения числа ангиографических бригад, техническое совершенствование аппаратуры и т.п.*

Ключевые слова: ангиография, персонал, дозы облучения.

В современной рентгенологии, наряду с обычными методами рентгенологических исследований, все более широкое применение находят ангиографические исследования (АГИ) как самостоятельный раздел рентгенохирургических процедур (РХП). Высокая информативность этих исследований в сочетании с телевизионными системами, с автоматическими иньекторами контрастных веществ, с записью изображений на киноплёнку, видеоманитофон, и, наконец, в память компьютера обуславливают высокие темпы роста их количества [1–8].

В редакционной статье английского журнала Health Devies [1] указывается, что, несмотря на появление альтернативных методов визуализации, в частности, магниторезонансной томографии, компьютерной томографии и ультразвуковых исследований, ангиографические методы остаются преимущественным методом эндоваскулярных вмешательств. Почему возрастает спрос на ангиографию и рентгенохирургию? Во-первых, эти исследования и процедуры органосохранные, малотравматичные, малоблезненные, бескровные и поэтому обходятся в среднем в 8–10 раз дешевле хирургических. Во-вторых, это социально выгодные операции, т.к. время госпитализации составляет 5–7 дней, а период нетрудоспособности сокращается в 2–3 раза.

В Санкт-Петербурге в настоящее время функционирует порядка 15 ангиографических кабинетов, в то время как в Дании, с населением, почти равным населению Санкт-Петербурга, имеется 150 кабинетов. По данным [2], в мире в год выполняется порядка 3 млн коронарографий (КГ) и порядка 1 млн перкутанных транслюминальных ангиопластик (РТСА).

Уже сегодня ясно, что ангиография в сочетании с рентгенохирургией не просто новый метод диагностики и лечения, а целое новое научное направление в клинической медицине.

Однако АГИ и особенно РХП сопровождаются значительным облучением как персонала, так и пациентов. Ведущими факторами облучения являются высокие мощности доз и малое расстояние от пучка излучения до кожи пациента.

Условия труда членов АГИ-бригад характеризуются такими неблагоприятными, с точки зрения радиационной безопасности факторами, как:

- преимущественно нижним расположением рентгеновской трубки при горизонтальном положении поворотного стола-штатива,

- требования строгой асептики препятствуют применению защитных перчаток и экранов,

- высокой «радиационной интенсивностью», т.к. продолжительность только рентгеноскопии достигает 30 и более минут, а количество снимков (кадров) кино достигает тысяч.

Аппаратура, используемая при проведении АГИ, производится исключительно фирмами Siemens, Philips, GE и Toshiba. В таблице 1 приведены технические параметры некоторых ангиографических аппаратов [3].

Величины напряжения (кВ) выбираются аппаратом автоматически в соответствии с кривой ослабления пучка излучения между фокусом трубки и входом РЭОПа.

Величины экспозиций (мАс), в свою очередь, выбираются автоматически в зависимости от комбинации величин напряжения и ослабления пучка между фокусом и РЭОПом с тем, чтобы на входе РЭОПа создавалась мощность дозы излучения, достаточная для получения изображения.

Ослабление излучения между фокусом и РЭОПом обусловлено собственной фильтрацией рентгеновской трубки (стекло трубки), использованием в некоторых исследованиях дополнительного медного фильтра, фильтрацией излучения столом, на котором располагается пациент, толщиной пациента, расстоянием между фокусом трубки и РЭОПом и, наконец, отсеивающей решеткой.

В таблице 2 приведены дозиметрические характеристики цифрового ангиографического аппарата Philips V3000 Integris digital system (Нидерланды) [4].

Как видно из данных этой таблицы, величина мощности входной дозы на поверхности фантома весьма значительная (0,31 мГр/мин) и это может привести к возникновению эритемы кожи у пациента уже при 60 мин просвечивания.

Таблица 1

**Технические параметры некоторых ангиографических аппаратов**

Тип аппарата	Напряжение, кВ	Экспозиция, мАс	Расположение трубки	Общая фильтрация, мм Al	Диаметр РЭОП* а, см	Характер просвечивания
Siemens Polystar	70–81	9–62	под столом	6,5	40–28–22–14	непрерывное
Siemens Multiskop	63–81	5–56	под столом	5,1	40–28–22–14	непрерывное
Siemens Siregraph D340 63–66	–	над столом	4,1	40–28–22–14	непрерывное	–
Siemens Polystar TOP 70–102	20–66	под столом	4,6	40–28–22–14	импульсное	–
Siemens Angioskop	7–102	20–66	под столом	4,9	33–22–17–13	импульсное
Siemens Polystar H	65–70	–	под столом	4,2	40–28–22–14	непрерывное
Philips Diagnost 97	–	–	над столом	4,2	38–25–17	импульсное
Siemens Coroscop	50–112	–	–	3,7	–	–
Philips Integris	60–118	–	–	4 мм Al + 0,1мм Cu	–	–
GE Advantix	75–120	–	–	2,7	–	–

\* – РЭОП – рентгеновский электроннооптический преобразователь.

Таблица 2

**Дозиметрические характеристики цифрового ангиографического аппарата Philips V3000 Integris digital system (Нидерланды)**

	Рентгеноскопия (непрерывный режим)	Церебральные исследования	Торакальные исследования	Абдоминальные исследования	Анатомически программируемые условия мкГр/кадр
Вход РЭОПа, мощность воздушной кермы*	0,7 мкГр/с	2,7 мкГр/кадр	3,6 мкГр/кадр	–	7,1 мкГр/кадр
Мощность входной дозы**	31 мГр/мин	–	4 мГр/кадр	3 мГр/кадр	–

\* – измерения проводились на расстоянии 120 см от фокуса трубки до входа РЭОПа при наличии дополнительного фильтра 2 мм меди  
 \*\* – измерения выполнялись с использованием антропоморфного фантома на расстоянии 120 см от фокуса трубки до входа РЭОПа, расстояние от фокуса трубки до поверхности фантома составляло 65 см, расположение трубки под столом.

На рис. 1 приведены изодозные кривые ангиографического аппарата Philips V3000 Integris digital system (Нидерланды) [4].

Ангиографические процедуры характеризуются большим разнообразием однако по анатомическим областям человека их можно разбить на 4 основные группы [4]:

- 1) церебральная/каротидная АГ,
- 2) ангиокардиография,
- 3) гепато/абдоминальная область, включая почки и область таза,
- 4) исследование сосудов конечностей.

Объем выполняемых ангиографических исследований бедренной области и конечностей незначителен.

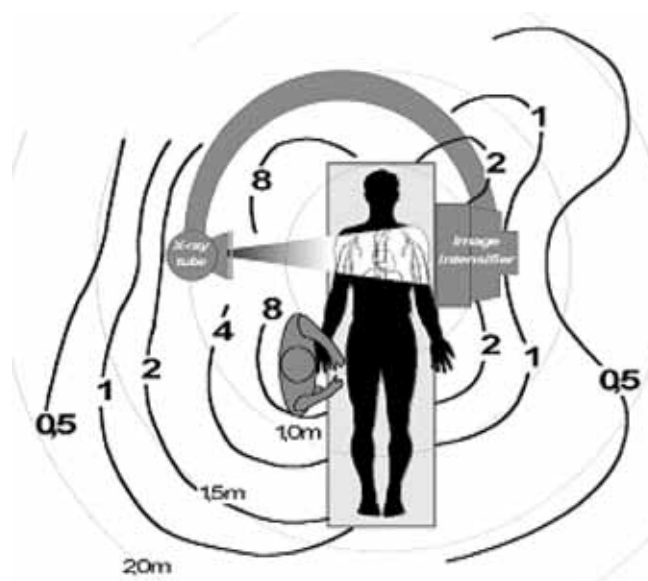


Рис. 1. Изодозные кривые ангиографического аппарата. Цифры возле кривых дозы в мкЗв на Гр/см<sup>2</sup> произведения дозы на площадь

**Исследование сосудов головного мозга и каротидных зон**

В большой и обстоятельной работе [5] приведены технические условия и дозы облучения пациентов и персонала при исследовании сосудов головного мозга на аппарате Integris V 5000 (Нидерланды) для пациентов: мужчины (41 год) и женщины (36 лет). Мужчине исследование проводилось по поводу небольшой аневризмы правой внутренней каротидной артерии, а женщине – малой аневризмы, связанной с заболеванием сосудов головного мозга. Каждому пациенту на поверхность головы в 27 точек помещались миниатюрные радиофотолуминесцентные дозиметры.

Средняя входная доза облучения за одно исследование головы мужчины составила 122 мГр, а женщины – 85 мГр.

На врача, проводящего исследования, в 16 точках также крепились дозиметры, причем использовались как радиофотолуминесцентные, так и термолуминесцентные дозиметры. Совпадение результатов двух типов дозиметров удовлетворительное.

В табл. 3 приведены средние входные дозы облучения различных органов и тканей врача за одно исследование (среднее напряжение на трубке – 84,5 кВ, ток трубки – 12,9 мА, время исследования – 15,5 мин).

Таблица 3

**Входные дозы на ткани и органы врача при выполнении исследования сосудов головного мозга [5]**

Место измерения	Расположение дозиметра	Входная доза мкГр/исследование
Хрусталик глаза	правый	12
	левый	102
Щитовидная железа		15
Предплечье рук	правой	13
	левой	189
Грудная полость		20
Абдоминальная область		37
Снаружи защитного фартука	Грудная полость	54
	Абдоминальная область	51

Проведя большие исследования по изучению энергетической зависимости радиофотолуминесцентных дозиметров, линейности измерения доз в диапазоне от нескольких мГр до нескольких Гр, а также учитывая «прозрачность дозиметров к рентгеновскому излучению» и их малые размеры авторы рекомендуют эти дозиметры для широкого использования в нейроинтервенционных исследованиях.

Несколько большие дозы при АГИ сосудов головы и шеи были получены в работах [9, 10]. В табл. 4 представлены эквивалентные дозы облучения тканей и органов врача-ангиолога при АГИ сосудов головы и шеи.

По данным Верховского с соавт. [11] при исследованиях сосудов головного мозга из всех членов ангиографической бригады наибольшему облучению подвергается хирург. Так, мощность эквивалентной дозы на область головы врача составляет 570 мкЗв/ч, на щитовидную железу – до 500 и на руки – до 1200 мкЗв/ч. Все остальные члены бригады облучаются в 3–5 раз меньших дозах.

В работе [8] с помощью трех серий дозиметров исследовался вклад цифровой субтракционной ангиографии (DSA) в эквивалентную дозу врача-ангиолога при ручном введении контрастных средств. Дозиметры первой серии располагались на воротнике поверх защиты щитовидной железы и с их помощью определялась общая доза облучения –  $H_p(10)$ . Вторые использовались для определения вклада DSA в  $H_p(10)$  и третьи фактически использовались для измерения фона и располагались на расстоянии 5 м от трубки. За 1 месяц работы и выполнении врачом-ангиологом 29 процедур, включающих диагностические и интервенционные исследования, эквивалентная доза ( $H_p(10)$ ) составила 0,94 мЗв, доза за счет DSA – 0,81 мЗв и, соответственно, вклад DSA в  $H_p(10)$  составил 86%, а в дозу на хрусталик глаза – 79%. Доза облучения третьего дозиметра – менее 0,001 мЗв.

Таким образом, еще раз подчеркивается, что основную дозу облучения врачи-ангиологи получают во время проведения DSA и доказывается преимущество ручного введения контрастных средств при малых их объемах, ввиду возможности прекращения введения контраста в случае непроизвольного вздрагивания пациента.

Предел годовой дозы для персонала составляет 20 мЗв. Исходя из этой величины, рассчитанное годовое допустимое количество АГИ сосудов головного мозга и каротидных зон составляет порядка 300 исследований.

Таблица 4

**Эквивалентные дозы облучения тканей и органов врача-ангиолога при АГИ сосудов головы и шеи [9–10]**

Место дозиметра, вид исследования	Эквивалентные дозы облучения отдельных органов или тканей, мкЗв				
	Шея над/под защитой	Левое плечо под защитой	Левая рука	Кисть левой руки	Хрусталик глаза
АГ сосудов головы и шеи [9]	60–1100	0–90	0–200	90–1990	50–3550
Церебральная АГ [10]	11	–	19,3	–	13,4
Артериальная эмболизация [10]	25	–	19,3	–	–

**Ангиокардиография**

Наибольшее число публикаций посвящено определению доз облучения персонала и пациентов при выполнении исследований сосудов сердца и коронарных сосудов – ангиокардиографии (АКГ), коронарографии (КГ) и, наконец, перкутанной транслюминальной ангиопластики (РТСА) [12–19].

Коронарография, как правило, выполняется во время процедуры катетеризации сердца, которая одновременно может включать ангиографию других сосудов или полостей сердца, а также гемодинамическую оценку, необходимую для всесторонней инвазивной диагностической оценки больных с сердечно-сосудистой патологией.

В развитых странах мира количество проводимых за год коронарографий на миллион населения превышает 4 тысячи случаев [12].

При этих исследованиях, как правило, через бедренную вену под контролем экрана вводится гибкий катетер. Это наиболее ответственная фаза исследования, в проведении которой, помимо ангиолога, участвуют врач или сестра (анестезиологи) и операционная медсестра. После введения контрастного вещества выполняется ряд снимков с помощью быстродействующих пленкосменников или чаще запись в память компьютера. На рис. 2 приведено расположение членов АГИ бригады при проведении исследований.

Такое расположение персонала является оптимальным. Операционная медсестра подает инструменты, а анестезиологи непрерывно следят за состоянием больного.

В табл. 5 приведены результаты собственных измерений мощностей амбиентной дозы на рабочих местах членов ангиокардиографической бригады на аппарате Мультистар-Д (Siemens).

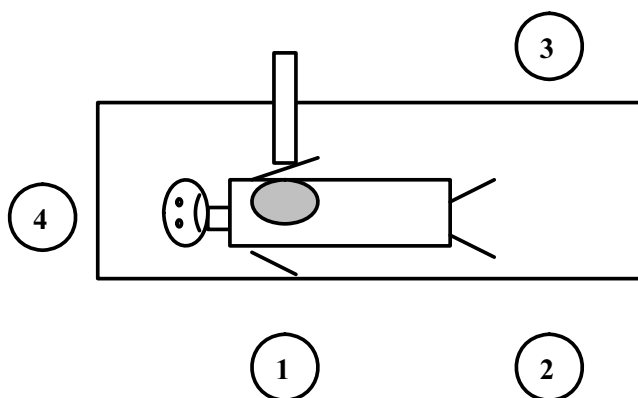


Рис. 2. Расположение рабочих мест членов ангиокардиографической бригады: 1- врач-ангиолог, 2 или 3 – операционная медсестра, 4 – медсестра или врач-анестезиолог

Рассчитанные величины (33, 18 и 18 мкЗв/ч соответственно для врача, операционной медсестры и врача-анестезиолога) следует сравнить с допустимой величиной 13 мкГр/ч из СанПин 2.6.1.1192-03 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований». Из этого сравнения вытекает необходимость обязательного использования средств индивидуальной защиты, увеличение числа ангиографических бригад и нормирование числа исследований.

В табл. 6 и 7 приведены величины органных и эффективных доз облучения отдельных органов и тканей персонала при ангиокардиографических исследованиях по данным разных авторов.

Таблица 5

**Величины мощности амбиентной дозы на рабочих местах членов ангиокардиографической бригады. Аппарат Мультистар-Д (Siemens)**

Рабочее место	Мощность амбиентной дозы, мкЗв/ч					E <sub>эфф</sub> <sup>*</sup> , мкЗв/ч
	голова	грудь	таз	голень	руки	
Хирург	720–800 10,8 *	540–1550 3,2*	620–2520	800–1550	1260–10950	33
Операционная медсестра	180–250	250–320	350–360	100–150	15–30	18
Медсестра-анестезистка	250–315	180–250	320–360	100–150	290–320	18

\* – под фартуком 0,5 мм Рв.

Из приведенных данных видно, что наибольшему облучению подвергаются врачи-ангиологи, а наиболее облучаемой частью тела у них являются руки, т.к. при проведении исследования они находятся в непосредственной близости к прямому пучку излучения, а в случае нештатной ситуации иногда попадают даже в прямой пучок.

В последней колонке таблицы приведены рассчитанные нами мощности эффективных доз. Предварительно цифры в таблице были пересчитаны в т.н «приведенные» величины, т.е. учтена рабочая нагрузка ангиографического комплекса (400 мА мин/нед), время работы персонала группы А (1800 мин/нед), а также ток просвечивания – 13 мА.

Как видно из данных таблицы, годовая эффективная доза облучения персонала близка к допустимому пределу (20 мЗв/год).

Как видно из данных таблицы 7, имеет место 10-кратный разброс доз от 1,8 до 18,8 мкЗв за одно исследование. Авторы справедливо полагают, что эти различия обусловлены наличием (или отсутствием) защитных приспособлений, мастерством ангиологов, возможностями аппаратуры и т.п. Обращая внимание на значительный разброс величин доз, авторы работы [4] предлагают нормировать индивидуальные дозы персонала к величине рабочей нагрузки (мА / мин • нед), к числу процедур или к соответствующим значениям произведения дозы на площадь (DAP) и затем сравнивать эти значения.

Таблица 6

**Величины органичных и эффективных доз облучения персонала при ангиокардиографических исследованиях по данным разных авторов**

Вид исследования, источник	Персонал	Эквивалентные дозы облучения отдельных органов и тканей, мкЗв/исследование								Годовая эффект. доза, мЗв
		Хрусталик глаза	ЩЖ	Грудная железа	Легкие	АКМ	Гонады	Левая рука	Правая рука	
Диагностика [13]	Ангиолог	70	90	90	90	90	90	240	240	18
		М/сестра	128	31	31	31	31	31	100	100
Лечение [13]	Ангиолог	51	41	41	41	41	41	500	500	18
		М/сестра	32	14	14	14	14	14	58	58
Катетеризация [14]	Ангиолог	650	620	–	–	–	–	190	360	–
Ангиопластика [14]	Ангиолог	68*	54*	–	–	–	–	420	220	–

\* – величины доз при использовании защитных очков и защитного воротника.

Эквивалентные дозы на хрусталик глаза и на руки врачей-ангиологов приведены в табл. 8.

В работе [6] приводятся максимальные значения годовых эквивалентных ( $H_p(10)$ ) и эффективных (E) доз у врачей-ангиологов и медсестер различных стран, участвующих в проекте консорциума DIMOND CA, посвященному установлению оптимальных регламентов в интервенционной кардиологии (см. табл. 9).

Эффективные дозы были рассчитаны авторами по алгоритму, предложенному Niklason с соавт [7].

Поскольку в интервенционной радиологии, во-первых, персонал облучается неоднородным пучком и, во-вторых, часть тела экранирована защитными фартуками, очками, шапочками, а также специальной защитой щитовидной железы, то по предложению Niklason персоналу необходимо иметь два дозиметра: один нужно носить поверх фартука на уровне шеи и второй – на уровне талии под фартуком; возможно также использование и одного дозиметра, располагаемого на уровне шеи над фартуком, т.к. фартуки ослабляют пучок рентгеновского излучения на 98–99%. Более того, алгоритм учитывает также наличие защиты щитовидной железы.

Таблица 7

**Величины эффективных доз врачей-ангиологов и медсестер при ангиокардиографических исследованиях по данным различных авторов**

Эффективная доза, мкЗв за исследование		
Врач-ангиолог	Медсестра	Источник
18,8		[13]
2,2 (АД)* – 8,8 (АТ)**	1,5(АД) – 3,0 (АТ)	[14]
2,0	–	[15]
8,0	2,0	[16]
1,8	1,4	[17]
3,7	–	[18]
15,1	3,7	[19]
2,2(АД) – 4,4 (АТ)	0,6(АД) – 1,1 (АТ)	[20]
0,5(АД) – 1,0 (АТ)	0,3(АД) – 0,6 (АТ)	[21]
1,0(АД) – 2,0 (АТ)	0,6(АД) – 1,1 (АТ)	[22]

\* – АД – ангиография диагностическая,

\*\* – АТ – ангиография терапевтическая.

Таблица 8

**Эквивалентные дозы на хрусталик глаза и на руки врачей-ангиологов при выполнении ангиокардиографических исследований**

Эквивалентная доза, за исследование, мкЗв		
Хрусталик глаза	Руки	Источник
364	364	[23]
65 75	300–545	[19]
23 88		[16]
	50 (КГ) 140 (РТСА)	[14]
	5–11 (КГ)	[26]
400	680	[27]
47	1100	[24]

Таблица 9

**Максимальные величины эквивалентных ( $H_p(10)$ ) и эффективных (E) годовых доз у врачей-ангиологов различных стран**

Страна	Эквивалентная доза ( $H_p(10)$ ), мЗв/год		Эффективная доза (E), мЗв/год	
	Врач-ангиолог	Медсестра	Врач-ангиолог	Медсестра
Испания [20]	86,9	17,4	3,0	0,6
Греция [22]	26,2	4,4	1,8	0,3
Италия [21]	7,5	3,6	0,5	0,2

При использовании двух дозиметров без дополнительной защиты щитовидной железы эффективная доза рассчитывается по уравнению:

$$E = 0,06(H_{\text{пов}} - H_{\text{гл}}) + H_{\text{гл}} \quad (1)$$

где  $H_{\text{пов}}$  – «поверхностная доза», т. е. доза, измеренная дозиметром на уровне шеи, мЗв,

$H_{\text{гл}}$  – «глубинная доза», т.е. доза, измеренная дозиметром на уровне талии под фартуком, мЗв.

Обычно  $H_{\text{гл}} \sim 0,01 H_{\text{пов}}$ , поэтому в случае наличия одного дозиметра, носимого на воротнике, эффективная доза приблизительно составляет:

$$E = 0,07 H_{\text{пов}} \quad (2)$$



В случае использования защиты щитовидной железы  

$$E = 0,02((N_{пов} - N_{гр}) + N_{гр}) \quad (3)$$

И, наконец, в случае наличия одного дозиметра, носимого на уровне воротника, и наличии защиты щитовидной железы эффективная доза составляет

$$E = 0,03 N_{пов} \quad (4)$$

Исходя из величины эффективной дозы за одно АГИ, в специализированных госпиталях Канады годовое количество процедур для врачей и медсестер (см. табл.10 [23]) составляет:

*Таблица 10*

**Предельное годовое количество ангиокардиографических исследований для врачей и медсестер в специализированных госпиталях Канады**

Персонал	Врач-ангиолог	Медсестра
Лечебные процедуры	200	1175
Диагностические процедуры	140	420

Большие дозы облучения персонала при выполнении кардиоангиографических исследований и, особенно, при установке стентов, вынуждают изыскивать новые нестандартные решения по защите врачей-ангиологов. Интересное решение приведено в журнале *Radiology* за 1995 г. [26]. Фирма Mavig (Munich, Germany) изготавливает комплекты защитных устройств, в которых защита тела врача обеспечивается передвижной ширмой из материала с добавлением свинца, а для защиты рук применяются защитные пластины из акрила также с добавлением свинца, крепящиеся к потолку и не создающие неудобств при работе врачу-ангиологу.

**Гепатоабдоминальная область**

В работе [27] годовая нагрузка на ведущего ангиолога принимается равной 1200 ретроградных холангиопанкреатографий. В этом случае годовая эффективная доза достигнет 16,5 мЗв, а его ассистента – 5,5 мЗв.

На конференции в Испании (1999 г.), посвященной интервенционной радиологии, приводились величины доз на руки врачей-ангиологов при нефростомии и чрескожном чреспеченочном дренаже. Результаты приведены в табл. 11.

Более подробные результаты для этих же процедур, выполняемых врачом-ангиологом высокой квалификации приведены в работе [29] (табл. 12).

Исходя из пределов годовых эквивалентных доз 150 мЗв для хрусталика глаза и 500 мЗв для кожи рук и, принимая среднюю дозу 0,3 мЗв и 1,0 мЗв для хрусталика глаза и кожи, соответственно, авторы приводят допустимое количество интервенционных процедур в год, равное 500.

В журнале Канадского общества радиологов [30] проводится программа обучения (аудита) врачей-радиологов и ангиологов по вопросам уменьшения доз облучения.

Цикл обучения включает 5 стадий:

- выбор стандартов, которым следует соответствовать;
- оценка собственной практики работы;
- сравнение собственной практики со стандартами;
- корректировка собственных действий;
- повторный аудит.

Ценность программы, по мнению авторов, состоит в том, что, поскольку бригада врачей, выполняющих сложные исследования, включает работников разных специальностей и уровней подготовки, необходимо проводить их совместное обучение, ориентированное на повышение уровня их подготовки по радиационной безопасности.

**Заключение**

Таким образом, дозы, получаемые персоналом при выполнении ангиографических исследований и рентгенохирургических процедур, являются одними из самых высоких среди медицинского персонала, работающего с источниками ионизирующего излучения.

Основные мероприятия по снижению доз облучения персонала представлены в литературе такими направлениями, как экранирование рабочих мест, обязательное использование средств индивидуальной защиты, экранирование щитовидной железы и хрусталика глаза с помощью защитных воротников и защитных очков, ограничение числа проводимых исследований путем увеличения числа ангиографических бригад, техническое совершенствование аппаратуры, использование автоматического инъектора контрастных средств и т.п.

Таким образом, необходима разработка научно обоснованных радиационно-гигиенических регламентов по путям и

*Таблица 11*

**Дозы облучения, время исследования и число исследований за год при нефростомии и чрескожном чреспеченочном дренаже**

Вид исследования	Средняя доза за процедуру, мкЗв	Число процедур за год	Время исследования, мин	Доза облучения рук за год, мЗв	Источник
Чрезкожный чреспеченочный дренаж	221	63	20	13,9	[28]
Нефростомия	31	200	15	6,2	[28]

*Таблица 12*

**Эквивалентные дозы облучения отдельных органов врача-ангиолога высокой квалификации [29]**

Исследование	Среднее время просвечивания (мин)	Средняя доза за исследование, мЗв			
		хрусталик	ЩЖ	Левая рука	Правая рука
Дренаж желчных протоков	23±16 (56)	0,31±0,40 (1,6)	0,66±1,0 (4,2)	1,29±1,98 (8,5)	0,48±0,72 (2,1)
Перкутанная нефростомия	22±16 (54)	0,32±0,36 (1,7)	0,27±0,22 (0,8)	0,52±0,75 (2,1)	0,28±0,38 (0,7)

способам защиты персонала при выполнении ангиографических исследований и рентгено-хирургических процедур.

**Список использованной литературы**

1. X-ray angiography systems [Текст] // Health Devices. – 1993. – Т. 22, № 11. – P. 507-554.
2. Meier, B. Radiation Exposure in the Cardiac Catheterisation Laboratory: an Issue or non – Issue? [Текст] / B. Meier // Cathet. Cardiovasc. Diagn. – 1997. – № 40, 352 p.
3. Struelens, I. Data Analysis from Mylti-Centre, Comparative Study of Angiographic Examination Leading to Practical Guidelines for the Optimization of Patient Doses [Текст] // Radiation Protection Dosimetry. – 2005. – Т. 117, № 1-3. – P. 87 – 92.
4. McParland, B.J. A study of patient radiation doses in interventional radiological procedures [Текст] / Mc B.J. Parland // The British Journal of Radiology. – 1998. – № 71. – P. 175-185.
5. Nishizawa, K. Dose Measurement for Patients and Physicians using a Glass Dosemeter during Endovascular Treatment for Brain Disease Radiation Protection Dosimetry [Текст] / K. Nishizawa, T. Moritake, Y. Matsumaru [et al.]. – 2003. – V. – 107, № 4. – P. – 247-252.
6. R. Padovani Staff dosimetry in interventional cardiology [Текст] / R. Padovani, C.A. Rodella // Radiation Protection Dosimetry 94. – 2001. – № 1-2. – P. 99 -103.
7. Niklason, L.T. The Estimation of Occupational Effective Dose in Diagnostic Radiology with two Dosimeters [Текст] / L.T. Niklason, M.V. Marx, H.P. Chan // Health Phys. – 1994. – V. 67(4). – P. 611 – 615.
8. Layton, K.F. Radiation Exposure to the Primary Operator during Endovascular Surgical Neuro radiology Procedures [Текст] / K.F. Layton, D.F. Kalimes, H.J. Cloft, B.A. Scheler, [et al.]. // Am. J. Neuroradiol. – 2006. – V – 27. – P. 742-743.
9. Kuwayama, N.M. Radiation Exposure in Endovascular Surgery of the Head and Neck [Текст] / N.M. Kuwayama, A. Takaku, S. Endo [et al.]. // Am. J. Neuroradiology. – 1994. – V. – 15, № 10. – P. 1801-1808.
10. Marshall, N.W. Patient and Staff Dosimetry in Neuro radiological Procedures [Текст] / N.W. Marshall, J. Noble, K. Faulkner // J. Radiol. – Brit. – 1995. – № 68 809. – P. 495-501.
11. Верховский, В.С. Методика определения и пути снижения лучевых нагрузок на персонал рентгеноангиографических кабинетов [Текст] / В.С. Верховский, А.Л. Зельдин, В.И. Коваленко [и др.]. // Вестник рентгенологии и радиологии. – 1995. – № 6. – С. 48-51.
12. Бокерия, Л.А. Показание к интервенционной тактике исследования и лечения [Текст]: Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН / Л.А. Бокерия. – 2002, Т.3 (8).
13. McParland, B.J. A Survey of the Radiation Exposure Received by the Staff at Two Cardiac Catherization Laboratories [Текст] / Mc B.J. Parland, J. Nosil, B. Burry // Br. J. Radiol. – 1990. – № 63. – P. 885-888.
14. Padovani, R. Optimisation in Coronary Angiography and Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty [Текст] / R. Padovani, C. Rodella, G. Bernardi // Radiation Protection Dosimetry. – 1998. – V. 80, № 1-3. – P. 303-306.
15. Folkerts, K.H. Estimation of Radiation Exposure and Radiation Risk for Employes of a Heart Catherization / K.H. Folkerts, A. Mutz, S. Jung // Z. Kardiol. – 1997. – V. 86, № 4. – P. 258-263.
16. Li, I.B. Occupational Exposure in Pediatric Cardiac Catheterization [Текст] / I.B. Li, M. Kai, K. Takano [et al.] // Health Phys. – 1995. – V. – 69(2). – P. 261-264.
17. Watson, L.E. Radiation Exposure during Cardiology Fellowship Training [Текст] / L.E. Watson, M.W. Riggs, P.D. Bourland // Health Phys. – 1997. – V. 73, № 4. P. 690-693.
18. Zorzetto, M. Radiation Exposure to Patient and Operators during diagnostic Catherization and Coronary Angioplasty [Текст] / M. Zorzetto, G.M. Bernardi, G. Morocutti, A. Fortanelli // Cathet. Cardiovasc. Diagn. – 1997. – V. 40, № 4. – P. 348-351.
19. Steffenino, G. Short communication: Staff Dose Reduction during Coronaty Angiography using low Framing Speed [Текст] / G. Steffenino, V. Rossetti, F. Ribichini [and al.]. // Br. J. Radiol. – 1996. – V. 69, № 825. – P. 860-864.
20. DIMOND. – Spain, 1999.
21. DIMOND. – Italy, 1999.
22. DIMOND. – Greece, 1999.
23. McParland, B.J. A Survey of the Radiation Exposure received by the Staff at two Cardiac Catherization Laboratories [Текст] / B.J. McParland, J. Nosil, B. Burry // Br. J. Radiol. – 1990. – V. 63. – P. 885-888.
24. Karppinen, J. Radiation Risk and Exposure of Radiologists and Patients during Coronary Angiography and Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty [Текст] / J. Karppinen, T. Parvianen, A. Servomaa [et al.]. // Radiation Protection Dosimetry. – 1995. – V. 57, № 1-4. – P. 481-485.
25. S.C. Grant, E.B. Faragher, A.P. Hufton and D.H. Bennett Use of Remotely Controlled Mechanical Pump for Coronary Arteriography: a Study of Radiation Exposure and Quality Implications [Текст] / S.C. Grant, E.B. Faragher, A.P. Hufton [et al.]. // Brit. Heart J. – 1993. – V. 70, № 5, P. 479-484.
26. Eder, H. Verbesserung des UntersucherStrahlenschutzes in der Angiography und der interventionellen Radiologie durch Verwendung von Dauereinrichtungen nach § 21 ROV [Текст] / H. Eder // Radiologe. – 1995. – № 35. – P. 156-161.
27. Medeiros, R.D. Evaluation of the X-ray Exposure Dosage during Coronary Cineangiography [Текст] / R.D. Medeiros, R.A. Mennussi // Arg. Bras. Cardiol. – 1990. – V. 55, № 1. – P. 31-33.
28. Selmaier, M. Radiation burden in diagnostic and therapeutic endoscopic retrograde Cholangiopancreatography [Текст] / M. Selmaier, W. Stillkrieg, R.G. Muller [et al.]. // Zeitchrift fur gastroenterology. – 1994. – V. 32, № 12. – P. 671-674.
29. Ramsdale, M.L. Extreme Doses During Interventional Radiology [Текст] / M.L. Ramsdale, W.J. Walker, P.W. Horton // Clinical Radiology. – 1990. V. 41. – P. 34-36.
30. Staff radiation dose in angiography [Текст]: Practice Audit Program // Canadian Association of Radiologists Journal. – 2001. – V. 52, № 2. – P. 79-83.

**V.I. Kuzin**

**Angiography: Radiation-hygienic characteristics of the personnel working conditions**

October filial of Federal Organization for Public Health “Center of Hygiene and Epidemiology at Railway Transport”  
of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being, Saint-Petersburg

*Abstract. Literary data on personnel exposure doses while carrying out angiography investigations is summarized. Technical and dosimetric characteristics of angiography apparatus are presented. Personnel exposure doses while carrying out investigations of the brain vessels and carotid zones, angiocardigraphy, hepatic abdomen, renal and pelvic zones. It is demonstrated that main ways of doses minimizing are shielding of working places, using of individual thyroid shields and protective glasses, limiting of the number of investigations by increasing of the number of angiography groups, apparatus technical improving, etc.*

Key words: *angiography, staff, dosage.*

Тел. 8 905 250 3634 E-mail: odcgsn@baltlink.ru

Поступила 9.02.09