

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ
И СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ЛИЦ, ПОДВЕРГАВШИХСЯ
МНОГОЛЕТНЕМУ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ ОБЛУЧЕНИЮ

В.К.Сельцер, В.В.Гампер, Г.М.Кацнельсон,
Н.В.Лосева, А.И.Степанов
Институт радиационной гигиены, Ленинград СССР

ABSTRACT

The group of 625 men and women subjected to mild doses of occupational radiation (less than 0.3 MPD) for a period over 10 years were under observation. Modern methods of physiological reactions and mathematical analyse were applied. No marked functional changes in central nervous and cardiovascular systems were revealed as compared with control group. No latent insufficiency of the functions was also found in both groups after functional loads.

Были проведены 10-ти летние наблюдения (1962-1971 гг.) за смешанной группой в 625 человек, подвергавшихся профессиональному действию ионизирующего излучения.

В исследуемую группу входили как сотрудники ряда научно-исследовательских институтов и лабораторий, так и рабочие и инженерно-технический персонал промышленных предприятий. 335 человек, работающих на тех же объектах в аналогичных условиях, но не подвергавшихся лучевому воздействию, составили контрольную группу.

Главным фактором профессиональной вредности являлось внешнее облучение: γ , жесткое- β и рентгеновское. Производилась оценка радиационно-гигиенической обстановки, контролировались уровни гамма-фона в производственных помещениях, а на ряде объектов автоматической установкой непрерывного контроля регистрировалась радиоактивность воздуха. Дозиметрический контроль осуществлялся целым рядом систем наблюдения с помощью стационарной, переносной и индивидуальной дозиметрической аппаратуры. В ряде случаев основой контроля являлось измерение радиоактивности в биопробах (в моче).

Надёжная и безаварийная работа, систематический дозиметрический контроль, чёткая организация производственных операций в радиационно опасных зонах обеспечили то, что величина индивидуальных доз облучения в течение всего срока наблюдения была значительно ниже предельно допустимой для лиц, профессионально связанных с источниками ионизирующего излучения.

Как видно из таблицы 1, средние годовые дозы лучевого воздействия на протяжении 10 лет формируются довольно равномерно, составляя в среднем 1,02 р в год. В последние годы эта величина неуклонно снижается. Средняя суммарная доза, накопленная работающими за 10 лет, составила 10,21 р т.е. около 0,2 предельно допустимой дозы (ПДД). У половины обследованных суммарная доза за весь период не достигала 0,1 ПДД; у 1/3-она составляла 0,1-0,3 предельно допустимой дозы у 1/6-была выше 0,3 ПДД, но не превышала предельно

допустимый уровень облучения

Таблица I

Формирование дозовых нагрузок за 1962-71 гг./М ± m/

Г о д ы	Д о з а в р.	% годовой ПДД
1962	0,95 ± 0,08	19,0
1963	1,44 ± 0,06	28,8
1964	1,30 ± 0,07	26,0
1965	0,90 ± 0,06	18,0
1966	1,26 ± 0,08	25,2
1967	1,63 ± 0,06	32,6
1968	0,65 ± 0,03	13,0
1969	0,64 ± 0,04	12,8
1970	0,76 ± 0,05	15,2
1971	0,68 ± 0,04	13,6

Гамма-спектрография, проведенная на большом жидкостном стинцилляционном счетчике человека показала, что практически нет разницы в уровне содержания радиоактивных изотопов в организме ряда профессионалов (где существовала потенциальная возможность инкорпорации) и у лиц контрольной группы. Наблюдениями установлена значительная неравномерность накопления дозы во времени и прерывистость облучения. Так, по данным еженедельного контроля около 46% рабочих недель проходит при лучевом воздействии, которое находится ниже уровня чувствительности ИФК; 9% - на уровне чувствительности, т.е. едва достигает величины 10 мр. на человека в неделю; 42% - в пределах от 10 до 100 мр. на человека в неделю и лишь 3% проходит в условиях превышения недельной дозы. Однако, и в пределах каждой недели имела существенная неравномерность в накоплении дозы. Тщательный хронометраж производственных операций показал, что реальная длительность лучевого воздействия у абсолютного большинства лиц, колеблется в пределах 150-300 рабочих часов в год, т.е. составляет 10-20% годового рабочего времени. Исследование двух важных интегральных физиологических систем центральной нервной и сердечно-сосудистой производились ежедневно и были направлены на поиск возможных изменений уровня их функционирования.

Средний возраст лиц, составивших профессиональную группу, в начале исследования равнялся 30 ± 1,2 года. Лиц, составивших контрольную группу, 31 ± 1,7. Половой состав обеих групп был представлен приблизительно равным количеством мужчин и женщин.

Изучение центральной нервной системы проводилось обычными клиническими и клинико-лабораторными методами. При этом не было найдено существенных различий между группами. При изучении биоэлектрической активности записывалась фоновая электроэнцефалограмма, обработка которой осуществлялась графически с последующим анализом на ЭВМ. Применялись разнообразные функциональные нагрузки в том числе 3-х минутная дозированная гипервентиляция, вызывавшая рост амплитуды основного ритма (таблица 2).

Как следует из данных таблицы, за весь период наблюдений, у испытуемых обеих групп не отмечается сдвигов частоты основного ритма. В фоновой ЭЭГ не отмечено также каких-либо изменений выраженности общего количества основной активности (альфа индекс), а также пространственного распространения α -активности в лобные отделы (затылочно-лобный градиент). Из данных таблицы также следует, что более тонкий показатель-коэффициент автокорреляции фаз фоновой ЭЭГ не изменяется на протяжении ряда лет. Несколько возрастает лишь показатель реакции основного ритма на гипервенти-

Таблица 2

Данные электроэнцефалографических наблюдений

Показатели	Время группа	Начало на блюдений	Через 5 л.	Через 10 л.
Частота α -ритма/в гц/	контр. проф.	10,3 $\pm$ 0,02 9,5 $\pm$ 0,01	9,0 $\pm$ 0,03 9,9 $\pm$ 0,03	10,1 $\pm$ 0,02 10,5 $\pm$ 0,02
α - индекс	контр. проф.	82,0 $\pm$ 4,2 81,0 $\pm$ 1,5	78,0 $\pm$ 3,9 73,4 $\pm$ 6,9	77,6 $\pm$ 6,0 75,1 $\pm$ 4,0
Затылочно-лобный градиент	контр. проф.	1,8 $\pm$ 0,01 1,9 $\pm$ 0,07	1,7 $\pm$ 0,05 2,2 $\pm$ 0,02	2,0 $\pm$ 0,04 2,1 $\pm$ 0,03
Коэффициент автокор- реляционной функции	контр. проф.	0,6 $\pm$ 0,01 0,6 $\pm$ 0,01	0,5 $\pm$ 0,02 0,5 $\pm$ 0,01	0,6 $\pm$ 0,01 0,6 $\pm$ 0,02
Реакция на дозирован- ную гипервентиляцию	контр. проф.	1,3 $\pm$ 0,01 1,4 $\pm$ 0,01	1,3 $\pm$ 0,02 1,3 $\pm$ 0,01	1,2 $\pm$ 0,01 1,2 $\pm$ 0,02

ляционную нагрузку, что связано, по-видимому, с возрастным уменьшением реактивности мозга на развивающуюся при гипервентиляции гипокапнию. Эти изменения наблюдаются также в обеих группах.

Наблюдались также небольшая группа лиц, которые в начале трудовой деятельности в 40-ых и первой половине 50-ых годов подвергались переоблучению. Реконструктивно восстановленные суммарные дозы, накопленные за первые 3-5 лет работы с источниками излучения у этих лиц составляли 150-200 рентген. У некоторых из них в тот период диагностировались лучевые реакции.

При первых обследованиях в 1961-62 годах у этих лиц наблюдались изменения биоэлектрической активности, повышенный уровень синхронизации биопотенциалов мозга. Реакция на гипервентиляционную нагрузку была незначительной; порог возникновения медленной активности при этом понижен. У этих же лиц обнаруживались симптомы вегетативно-сосудистой дистонии: лабильность пульса, непостоянство артериального давления со склонностью к гипотонии. Однонаправленность изменений гемодинамики и биоэлектрической активности мозга находит объяснение в работах Mounier M. 1963 г.¹ и других, установивших тесную функционально-морфологическую связь центров сосудистой регуляции с образованиями, ответственными за синхронизирующий эффект, расположенными в области гипоталамуса и ретикулярной формации ствола мозга. Полученные данные совпадают с наблюдениями Ливанова М. Н. (1962 г.).²

В последних исследованиях в 1970-71 годах наблюдавшиеся у упомянутых лиц особенности биоэлектрической активности мозга и гемодинамики сгладились, и функциональные показатели обеих систем уже ничем не отличались от таковых у лиц основной группы.

Данные исследования состояния сердечно-сосудистой системы по основным гемодинамическим показателям представлены в таблице 3. Знакомство с содержанием таблицы показывает, что ни по группе общих гемодинамических характеристик (показатели 1-5), ни по характеристикам тонуса магистральных сосудов (6-7), ни по показателям структуры сердечного сокращения и систолы левого желудочка (8-12), ни по объёмно-энергетическим параметрам сердца (13-17) не определяется сколь-либо значительных различий по группам. Средние показатели покоя соответствуют нормальному уровню этих характеристик присущих людям данного возраста. Материалы таблицы отражают также устойчивость важнейших функциональных показателей сердечно-сосудистой системы у профессионально облучавшихся лиц на

Таблица 3

Функциональные характеристики кровообращения х)

П о к а з а т е л ь	Начало наблюдений				Через 5 лет				Через 10 лет			
	контр.	профес.	контр.	профес.	контр.	профес.	контр.	профес.	контр.	профес.	контр.	профес.
1. ЧСС 1'	70±0,6	72±0,3	67±0,5	70±0,2	72±0,5	72±0,4						
2. АДС мм.рт.ст.	116±1,2	115±0,9	118±0,8	119±0,6	129±1,1	127±0,7						
3. АДД мм.рт.ст.	75±0,4	73±0,3	77±0,5	78±0,3	81±0,6	80±0,6						
4. МОК л.	3,9±0,1	3,8±0,1	3,6±0,1	3,5±0,1	3,9±0,1	3,8±0,1						
5. ПС дин.	1990±40	2010±70	2170±70	2180±40	2190±70	2220±60						
6. СРПВз см/сек	585±16	610±9	620±11	635±14	655±12	660±16						
7. СРПВм см/сек	640±11	670±8	690±14	720±12	740±16	730±15						
8. СП	0,39±0,002	0,39±0,002	0,38±0,002	0,39±0,002	0,40±0,002	0,41±0,001						
9. АС сек.	0,06±0,001	0,06±0,001	0,06±0,001	0,06±0,001	0,06±0,001	0,06±0,001						
10. ИС сек.	0,04±0,001	0,05±0,001	0,05±0,001	0,04±0,001	0,04±0,001	0,04±0,001						
11. Н сек.	0,10±0,002	0,11±0,001	0,11±0,002	0,10±0,002	0,10±0,001	0,10±0,001						
12. Е сек.	0,27±0,002	0,26±0,001	0,27±0,003	0,26±0,002	0,26±0,002	0,26±0,001						
13. НДС мм.рт.ст./сек	2155±60	1930±40	1920±70	2050±50	2270±60	2290±50						
14. ОСВ мл/сек	189±3	196±4	190±4	194±2	196±4	188±4						
15. ЕМОК сек.	16,4±0,2	16,3±0,1	16,3±0,2	16,5±0,2	16,6±0,2	16,5±0,1						
16. ЗСС джоули	0,58±0,006	0,59±0,004	0,59±0,005	0,60±0,002	0,61±0,002	0,61±0,005						
17. МЛЖ ватт	2,26±0,02	2,29±0,02	2,31±0,02	2,27±0,03	2,33±0,04	2,30±0,04						

х) ЧСС-частота сердечных сокращений; АДС-артериальное давление систолическое; АДД-артериальное давление диастолическое; МОК-минутный объем крови; ПС-периферическое сопротивление; СРПВ-скорость распространения пульсовой волны по сосудам эластического (э), мышечного (м) типа; СП-систолическое отношение фогельсона-Черногорова; АС-фаза асинхронного сокращения; ИС-фаза изометрического сокращения; Н-период изгнания; Е-период изгнания; НДС- нарастание давления в изометрическую фазу; ОСВ-объемная скорость выброса; ЕМОК-время изгнания минутного объема крови; ЗСС-энергия сердечного сокращения; МЛЖ-мощность левого желудочка.

протяжении 10 лет исследования.

В таблице 4 представлены данные об изменении основных гемодинамических показателей, возникающих сразу после выполнения стандартной физической нагрузки. Как видно из этой таблицы, у лиц основной группы имела адекватная реакция сердечно-сосудистой системы, не отличающаяся от таковой у лиц контрольной группы. Применение разнообразных функциональных проб (орто-и клиностатической, Ашнера-Данини, холодной и др.) также не выявляет различий в реакциях системы кровообращения в обеих группах. Это говорит об отсутствии скрытой недостаточности функции у лиц профессионально связанных с излучением.

Таблица 4

Изменения гемодинамических показателей после дозированной нагрузки (20 приседаний за 30 сек) в % к исходной величине

Показатель	Начало наблюдений		Через 5 лет		Через 10 лет	
	контр.	профес.	контр.	профес.	контр.	профес.
1. ЧСС	+40±2,0	+37±2,0	+43±3,0	+41±2,0	+44±2,0	+43±1,0
2. АДс	+10±1,0	+11±1,0	+9±1,0	+8±1,0	+9±0,5	+10±0,4
3. АДд	-5±0,3	-4±0,3	-6±0,2	-6±0,3	-4±0,2	-5±0,2
4. МОК	+72±4,0	+69±2,0	+76±3,0	+74±4,0	+66±4,0	+75±3,0
5. ПС	-39±1,0	-37±1,0	-42±2,0	-41±2,0	-37±1,0	-44±2,0

Как следует из таблицы 5 около 90% лиц, работавших с ионизирующим излучением и столько же лиц контрольной группы имели нормальные электрокардиографические кривые на протяжении всего обследования.

Таблица 5

Электрокардиографические характеристики (% от наблюдений)

Показатель		время группа	Начало наблю-дений		Через 10 лет	
			контр.	профес.	контр.	профес.
Нормальные	Электрическая ось сердца	нормограмма	26,9	31,8	25,9	26,4
		правограмма	37,7	33,8	28,8	30,2
		левограмма	26,2	27,6	33,2	32,8
	Правильный синусовый ритм		53,9	44,9	52,9	45,0
	Синусовая брадикардия	умеренная	24,8	29,5	24,4	26,9
выраженная		3,8	6,3	4,2	5,4	
	Синусовая тахикардия	умеренная	0,6	0,9	0,7	1,4
	Синусовая аритмия	умеренная	4,6	3,9	3,0	3,9
		выраженная	3,1	7,7	2,7	6,8
Частичная блокада правой ножки пучка Гиса			24,4	28,0	26,8	27,1
Патологические	Недостаточность коронарного кровообращения		2,4	1,9	3,7	3,2
	Диффузные мышечные изменения		5,4	3,6	5,8	4,7
	Желудочковая экстрасистолия		0,8	0,7	1,6	1,8
	Блокада ножки пучка Гиса (правой или левой)		0,6	0,6	1,0	0,9

Это несколько превышает процент нормальных ЭКГ-кривых, выявляемых при массовых обследованиях соответствующих возрастных групп населения, что можно объяснить имевшим место медицинским отбором при поступлении на работу. Выявленные патологические изменения, как правило, носят невыраженный характер: это признаки недостаточности кровообращения миокарда, нарушение возбудимости с переходящим появлением дополнительных очагов водителя ритма, непостоянная брадиаритмия и др.. Некоторое нарастание патологически измененных электрокардиограмм у лиц обеих групп, по всей вероятности, связано с увеличением возраста наблюдаемых.

Таким образом, многолетнее изучение функционального состояния сердечно-сосудистой системы по основным гемодинамическим показателям в покое не выявило каких-либо специфических изменений, а также динамики, связанной с увеличением стажа. Адекватная реакция в ответ на применение физической нагрузки свидетельствует об отсутствии скрытой недостаточности функции.

Итоги 10-ти летних наблюдений позволяют утверждать, что реальные дозы профессионального лучевого воздействия в различных областях народного хозяйства, как правило, не превышают 0,3 ПДД в год. Временные особенности накопления доз в огромном большинстве таковы, что длительность лучевого воздействия составляет лишь незначительную часть биологического времени. Все это делает мало вероятной возможность соматических проявлений профессионального облучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. MOUNIER M. Physiologie und Pathophysiologie des vegetativen Nervensystems.
Stuttgart Hippocrates Verl., 1963.
2. ЛИВАНОВ М.Н. Некоторые проблемы действия ионизирующей радиации на нервную систему. М., 1962.