

Влияние переменного электрического поля промышленной частоты на семенники белых мышей

С помощью гистоморфологических методов в первой серии опытов изучали продолжительное и кратковременное (10 сут) действие переменного электрического поля (ПЭП), напряженность которого 40 кВ/м, частота — промышленная, на генеративную и эндокринную систему семенников белых мышей. Продолжительное действие поля исследовали на 5-е, 10-е, 20-е, 40-е, 80-е, 160-е, 320-е и 430-е сутки. В эксперимент поступали животные в возрасте 15 сут. Во второй серии изучали 10-суточное воздействие ПЭП на животных трех возрастных групп: на неполовозрелых (12-е—14-е сутки), на половозрелых (95-е и 100-е сутки), на старых (350-е сутки). Анализ результатов показал, что хроническое действие ПЭП вызывает в половых железах нарушение сперматогенеза, проявляющееся в последовательном исчезновении высокодифференцированных клеток (сперматид, сперматозоидов). Мера опустошения семенных канальцев и развитие деструктивных изменений пропорциональны времени действия ПЭП. Установлено, что наиболее чувствительными к действию ПЭП являются неполовозрелые и старые животные, в семенном эпителии которых в первую очередь подвергались деструкции высокодифференцированные клетки.

Введение

За последние 10—15 лет накопился фактический материал о влиянии факторов электромагнитной природы на репродуктивную систему человека и животных [2, 5, 8]. Оценка состояния семенников, являющихся «шоковым органом» при действии ряда физических и химических факторов, имеет прикладное значение, так как позволяет их использовать в качестве биологического индикатора действия факторов внешней среды [7].

Показано, что ответная реакция организма зависит от параметров поля и от состояния организма. В этом аспекте практически не освещен вопрос о влиянии переменного электрического поля (ПЭП) на онтогенез животных, имеется ли различие в ответе на воздействие стимулом у животных различных возрастных групп, которые, по мнению некоторых авторов [10], характеризуются различной устойчивостью. В плане развития и уточнения гигиенических и экологических нормативов ПЭП существенную роль играет оценка значения напряженности и частоты поля, вызывающего в организме патологические сдвиги. На основании теоретического анализа было установлено, что при хроническом действии ПЭП таким значением является напряженность порядка 30—50 кВ/м. В качестве проверяемого значения напряженности мы избрали 40 кВ/м. Цель наших исследований — изучить возрастные особенности реакции мужских половых желез, при кратковременном действии ПЭП промышленной частоты, а также исследованию длительного действия поля в период постнатального развития белых мышей.

Методика

В первой серии экспериментов изучали влияние хронического действия ПЭП напряженностью 40 кВ/м на белых мышей, начиная с 15-суточного возраста. Продолжительность воздействия составляла 5, 10, 20, 40, 80, 160, 320, 430 сут соответственно возрасту контрольных животных — 20, 25, 35, 55, 95, 175, 335, 445 сут. Во второй серии экспериментов изу-

чали воздействие ПЭП в указанных параметрах на животных трех возрастных групп: 1-я группа — неполовозрелые мыши (12—14 сут), 2-я группа — половозрелые мыши (95—100 сут), 3-я группа — стареющие мыши (более 350 сут).

Поле создавалось на специальном стенде с помощью двух параллельных пластин размером $0,52 \times 1,05$ м с зазором между ними 0,4 м, на которые подавалось напряжение от повышающего трансформатора; напряженность поля между пластинами составляла (40 ± 5) кВ/м, частота — 50 Гц. В опыт животные поступали после предварительной адаптации к условиям эксперимента в течение 4—5 сут. В ПЭП животных помещали в клетках из оргстекла. В лабораторном помещении поддерживали постоянную температуру ($23^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$) и относительную влажность воздуха ($58\% \pm 10\%$). Контрольные животные находились в аналогичных условиях. На каждую экспериментальную точку приходилось 6—8 животных. Всего в опыте использовали 148 мышей. Мыши получали полноценное питание.

После быстрой декапитации наркотизированных животных изолировали их семенники, фиксировали в жидкости Буэна, заливали в парафин. Для оценки генеративной и инкреторной функции семенников использовали морфометрический анализ, позволяющий выявить колебания морфофункциональной активности органа [9]. На срезах толщиной 4—5 мкм, окрашенных гематоксилином-эозином, с помощью окуляр-микрометра производили замеры 100 диаметров извитых канальцев и ширины просвета, имеющих в сечении круг с последующим вычислением среднего диаметра.

Количественный анализ сперматогенного эпителия проводили по методике Fogg и Cowing [11]. В каждом препарате исследовали 20 поперечных срезов канальцев, приблизительно одинакового диаметра. При этом устанавливалось среднее число клеток, находящихся на определенной стадии дифференцировки (сперматогонии типа А и В, сперматоциты на стадии лептотены и пахитены, сперматиды и сперматозоиды), а также

Таблица 1. Изменение морфофункциональных показателей состояния семенников у мышей электрическим полем ($\Delta M \pm m$)

Показатель	Возраст, сут/продолжительность		
	20/5	35/20	55/40
Диаметр семенного канальца, мкм	$16,7 \pm 9,5^*$	$-0,4 \pm 14,8$	$-12,8 \pm 16,7$
Ширина просвета, мкм	$-8 \pm 10,5$	$1,7 \pm 10,9$	$-13,5 \pm 8,9^*$
Индекс сперматогенеза	$0,3 \pm 0,2^*$	$-0,3 \pm 0,2^*$	$-0,6 \pm 0,1^*$
Число клеток:			
Сертоли	$0,8 \pm 0,8^*$	$-1,6 \pm 0,7^*$	$-0,4 \pm 1,3$
сперматогоний типа А	$-11,1 \pm 2^*$	$-10,7 \pm 1,3^*$	$-7,4 \pm 1,6^*$
сперматогоний типа В	$1,4 \pm 2$	$6,5 \pm 1,1^*$	$5,8 \pm 2,5^*$
сперматоцитов I порядка на стадии лептотены	$1,7 \pm 6,4$	$-9,7 \pm 10,3$	$-25,7 \pm 11,8^*$
сперматоцитов I порядка на стадии пахитены	$-4,5 \pm 5,3$	$-5,1 \pm 9,7$	$4,5 \pm 12,8$
Общее число клеток:			
сперматоцитов I порядка	$-4,1 \pm 6,5$	$-10,9 \pm 10,4^*$	$-21,3 \pm 17,1^*$
сперматид	$10,8 \pm 9,3^*$	$-3,7 \pm 24,2$	$-46,7 \pm 19,9^*$
сперматозоидов	0	$-4,8 \pm 0,3^*$	$-19,9 \pm 3,1^*$
клеток Лейдига	$-4,2 \pm 1,5^*$	$3,2 \pm 2,2^*$	$7,8 \pm 4,4^*$
Относительное число, % общего:			
клеток Лейдига			
мелких	$-11,6 \pm 18,9$	$26,1 \pm 7,3^*$	$24,9 \pm 4,9^*$
средних	$-38 \pm 19,2^*$	$-29,9 \pm 6,2^*$	$-34,8 \pm 6,8^*$
больших	$0,4 \pm 1,0$	$3,7 \pm 2,7^*$	$9,6 \pm 5,8^*$
канальцев			
со сперматозоидами	0	$-78,2 \pm 13,7^*$	$-65,5 \pm 10,7^*$
со слущенным эпителием	$13,6 \pm 8,3$	$16,6 \pm 4,4^*$	$25,6 \pm 8,3^*$

Примечание. Здесь и в табл. 2. ΔM — разность средних значений показателей в контроле.

клеток Сертоли. Кроме того, определяли индекс сперматогенеза, для чего пласт герминативных клеток делили на 4 слоя: 1-й слой — сперматогонии, 2-й слой — сперматоциты, 3-й слой — сперматиды, 4-й слой — сперматозоиды. Подсчет производили в 100 срезах канальцев, определяя в каждом из них сохранность слоев зародышевых клеток по четырехбалльной системе. Индекс сперматогенеза (I) рассчитывали по формуле

$$I = \frac{\sum a}{N},$$

где a — число слоев зародышевых клеток, обнаруженных в каждом канальце, N — число канальцев в поле зрения. Для определения инкреторной активности семенников в 20 случайных полях зрения подсчитывали число клеток Лейдига (при увеличении $\times 400$), определяли диаметр их ядер с последующим их разделением на ядра трех типов: малые, средние и большие. Оценивали относительное (%) число канальцев со слущенным эпителием. Полученные значения всех морфометрических показателей обрабатывали статистически. Количественный анализ биологической эффективности ПЭП для каждого из показателей проводили по схеме двухфакторного дисперсионного анализа: оценивали «силу влияния» на средние значения показателей факторов ПЭП (фактор А), возраста (фактор В), фактора поле — возраст (фактор АВ) и действие случайных факторов z [3].

Результаты и их обсуждение

При изучении хронического действия фактора на половые железы животные поступали в эксперимент в возрасте 15 сут. В этот период начинается интенсивный рост семенников и дифференцировка их клеток, в связи с чем этот период, по мнению Островской и соавт. [5],

разного возраста в зависимости от продолжительности воздействия переменным

ность	воздействия, сут			
	95/80	175/160	335/320	445/430
7	16,7±22,0	8,4±11,8	16,2±18,7	26,6±25,1*
"	6,3±14,6	-0,5±10,9	0	17,8±26,1
"	-0,5±0,9	-0,2±0,2*	0,6±0,4*	-0,4±0,7
"	-0,4±0,9	1,1±3,4	2±1,5*	0,1±0,9
"	-4,2±2,2*	-2,5±1,3*	-5,5±0,6*	-2,9±1,7*
"	11,3±3,3	12,5±2,3*	4,4±1,9*	12,4±1,5*
3*	-14,3±14,8	-23,4±5,4*	-12,3±12,0*	4,1±11,9
3	1,1±16,7	-0,3±7,8	3,2±12,8	0,1±9,1
"	-13,1±25,7	-23,5±8,7*	-12,4±22,5	-4,2±19,1
"	33,4±43,2	6,8±14,0	2,9±14,4	20,6±14,3*
"	-14,6±4,5*	-5,0±6,2	-20,6±7,2*	-5±2,6*
"	43±6,4	1,6±2,7	2,1±4,5	0,7±12,8
"	18,9±9,4*	11,6±6,5	-5,2±15,2	4,3±16,9
"	-32,7±9,5*	-21,2±7,5	7,1±14,9	-10,9±3,5*
"	13,8±4*	9,5±2,6*	-1,9±13,3	0,9±11,8*
"	-70,4±4,1	-44,8±8,5*	-11,6±12,7	33,5±21,5*
"	6,8±3*	11,7±4,1*	24,4±8,8*	10,7±20,1

тро ле и опыте, mt — доверительный интервал при $P \leq 0,05$; звездочкой отмечены достоверные

ответственен за становление всей репродуктивной системы. Так, в семенниках у контрольных животных (20—25 сут) отмечалось появление просвета в большинстве канальцев, дифференцировка сперматогенного эпителия к 25-м суткам доходила до стадии сперматид и единичных сперматозоидов. Наблюдалась активация инкреторной системы: появились активные формы клеток Лейдига, имеющих хорошо выраженную структуру ядра. При действии ПЭП в течение 5—10 сут в семенниках животных отмечалось развитие сосудистой реакции в виде полнокровия сосудов. В семенных канальцах отмечалось замедление формирования просвета (в периферических канальцах его не было вообще), достоверное увеличение высокодифференцированных форм клеток (сперматид) и одновременное снижение сперматогоний типа А (табл. 1; поскольку результаты контрольной серии эксперимента представлены в ранее опубликованной статье [3], в табл. 1 приведена лишь разность средних значений в контроле и опыте). Подобные изменения свидетельствуют об ускорении созревания клеточной популяции. Появлялись канальцы, в просвете которых наблюдалось слушивание незрелых сперматид и сперматозоидов.

В эндокринных клетках отмечалось замедление их дифференцировки, на что указывало уменьшение их числа, а также преобладание мелких клеток Лейдига (имеющих пикнотическое ядро), являющихся малоактивными [1].

Продолжительность воздействия 20—40 сут соответствовала возрасту 35—55 сут, т. е. периоду, когда завершается дифференцировка и идет становление сперматогенеза. К концу этого периода устанавливалась типичная картина расположения клеток сперматогенного эпителия, и в канальцах (80 %) сперматогенез развивался до конечных форм, т. е. в семенных канальцах обнаруживались все клетки герминативного эпителия на различных стадиях сперматогенеза, имелись сперматозоиды. В этот период наблюдалась активация эндокринной системы, о чем свидетельствовало увеличение числа клеток Лейдига (особенно активных форм). При действии ПЭП в течение 20—40 сут в половых железах появлялись расстройства лимфо- и кровообращения, выразившиеся в полнокровии сосудов, развитии застойных явлений. Вблизи белочной оболочки яичка наблюдался отек ткани, огрубление соединительной ткани. Эти изменения оставались ведущими при более продолжительном воздействии. Семенные канальцы имели неровные границы, были уплощены. Отмечалось достоверное уменьшение индекса сперматогенеза и числа всех (кроме сперматогоний типа В) видов клеток. Увеличивалось число канальцев, в которых наблюдалось слушивание эпителия. Причем, если при 20-суточном воздействии это были единичные клетки, то при 40-суточном — в некоторых канальцах происходило отторжение пласта сперматогенного эпителия на уровне сперматид, находящихся на 4—14 этапах сперматогенеза. Цитоплазма клеток Сертоли содержала вакуоли, наблюдалась значительная эозинофилия, ядра располагались между сперматогониями, имели слабо выраженное ядрышко и содержали грубые глыбки хроматина. Клетки Лейдига характеризовались понижением функциональной активности, о чем свидетельствовало увеличение числа мелких и больших форм интерстициальных клеток, уменьшение числа клеток средних размеров (являющихся наиболее активными) наряду с вакуолизацией цитоплазмы клеток Лейдига и ее эозинофилией.

При увеличении продолжительности воздействия до 80, 160, 320 и 430 сут в семенниках мышей прослеживался кумулятивный эффект действия ПЭП. При этом отмечалось углубление морфологических изменений деструктивного и функционального характера. Так, наблюдалось достоверное различие соотношения клеточных элементов сперматогенного эпителия, сохранялась тенденция, наметившаяся в начальные сроки воздействия ПЭП (40 сут). Однако с увеличением времени воздействия эта разница нивелировалась в связи с развитием старения у контрольных животных. Деструкция семенных канальцев усугубля-

Таблица 2. Влияние 10-суточного воздействия переменным электрическим полем (ПЭП) на семенники мышей в зависимости от периода индивидуального развития животного (M±m)

Показатель	Неполовозрелые мыши (15 сут)		Взрослые мыши			
	контроль	ПЭП	половозрелые (90—100 сут)		старые (350 сут)	
			контроль	ПЭП	контроль	ПЭП
Диаметр семенного канальца, мкм	121,8±17,9	117,6±7,4	171,3±9,5	166,8±9,8	162,4±13,0	166,4±12,3
Ширина просвета, мкм	46,7±3,6	40,1±3,8	64,2±11,2	67,7±9,4	71,1±6,5	68,9±9,2
Индекс сперматогенеза	2,5±0,4	2,8±0,1	3,3	3,3±0,07	3,7±0,2	3,4±0,6
Число клеток:						
Сертоли	8,2±0,8	7,8±4,3	10,2±0,5	10,4±0,9	10,7±0,8*	9,0±0,4
сперматогоний типа А	18,8±1,4	7,4±0,03	11,2±1	13,0±0,9	12,8±0,5*	10,4±0,4
сперматогоний типа В	8,5±1	14,5±1,5	16,3±1,6	16,8±0,9	5,2±0,8*	13,4±0,6
сперматогониев I порядка на стадии лейотены	26,2±4,9	17,6±4,8	26,1±8,6	24,5±7,9	50,1±3,8*	23,6±6,7
сперматогониев I порядка на стадии пахитены	27,1±5,8	22,7±4,1	23,4±8,6	21,3±6,4	45,4±5,8*	29,8±10,9
Общее число клеток:						
сперматогониев I порядка	53,9±3,6	40,2±7,9	44,5±10,7	45,8±12,2	95,3±5,9*	53,3±17,0
сперматид	33,7±3,2	28,5±24,5	141,5±27,6	149,9±21,8	163,8±7,1*	145,7±7
сперматозоидов	4,4±8,2	0	4,9±0,8	6,9±3,1	25,9±8,8*	7,3±1,4
клеток Лейдига	113,7±2,8	10,6±1,2	19,5±2,9	19,4±2,9	20,9±3,8*	27,6±5,3
Относительное число, % общего:						
клеток Лейдига	72,5±8,2	92,2±4,2	35,9±3,6	47,3±5,0	23,4±14,3*	40,3±6,2
мелких	27,5±8,2	7,8±4,2	51,6±4,2	44,6±4,6	62,9±14,9*	39,6±3,4
средних	0	0	12,5±5,5	8,1±2,2	13,7±12,2	21,1±6,4
больших						
канальцев						
со сперматозоидами	4,2±8,0	0	21,3±6,2	28±4,7	89,4±3,7*	29,6±7,6
со слущенным эпителием	0	0	12,7±3,1	16±7,4	9,4±2,9*	28±13,2

лась, они теряли свою правильную форму. Собственно оболочки семенных канальцев были разволокнены, пропитаны отечной жидкостью, тинкториальные свойства изменены. При этом увеличивалось число запустевших канальцев. Если при 80-суточной продолжительности воздействия наблюдалось отторжение зародышевого эпителия на уровне сперматид в единичных канальцах на периферии органа, то при 160-суточном и более — такое явление наблюдалось в центральных семенных канальцах. Одновременно увеличивалось число канальцев почти полностью опустошенных, в которых сохранялся лишь слой, состоящий из сперматогоний и ядер клеток Сертоли. Если при 320-суточной продолжительности такие канальцы встречались лишь на периферии, то при 430-суточной — даже в центральной части. Реакция клеток Лейдига имела однонаправленный характер и свидетельствовала о понижении их функциональной активности. Наблюдалась значительная базофилия, вакуолизация цитоплазмы, неровность границ. Преобладала популяция малоактивных форм. Отечной жидкостью интерстициальные клетки отодвигались от извитых семенных канальцев. Границы клеток в местах отека плохо контурировались.

Сравнение гистоморфологических показателей семенников животных, пребывавших на разных этапах онтогенеза и подвергавшихся 10-суточному воздействию ПЭП, выявило, что у половозрелых мышей контрольной и опытной групп не наблюдалось различий в соотношении клеточных элементов, составляющих семенной эпителий. Отмечено лишь достоверное увеличение сперматогоний типа А (табл. 2). Элементы эндокринной системы характеризовались пониженной функциональной активностью, о чем свидетельствовало увеличение относительного числа мелких клеток Лейдига. Изменения в половых железах неполовозрелых и старых животных при 10-суточном воздействии носили однонаправленный характер. Семенные канальцы лежали рыхло, были мало извиты, имели уплощенную и вытянутую формы. В них наблюдалась дискомплекция сперматогенного эпителия, сопровождающаяся досто-

Таблица 3. Относительная сила влияния факторов по результатам дисперсионного анализа, %

Показатель	Фактор А (влияние ПЭП)	Фактор В (влияние возраста)	Фактор АВ (влияние ПЭП в сочетании с возрастом)	Фактор z (влияние неучтенных факторов)
Диаметр семенного канальца, мкм	2±2*	80±6*	5	13*
Ширина просвета, мкм	1	56±16*	11	32*
Индекс сперматогенеза	6±2*	64±9*	12±9*	18*
Число клеток, 1:				
Сертоли	0	49±12*	9	43*
сперматогоний типа А	63±1*	16±2*	16±2*	5*
сперматогоний типа В	64±1*	13±4*	16±4*	7*
сперматоцитов I порядка на стадии лептотены	22±3*	43±12*	12±12*	23*
сперматоцитов I порядка на стадии пахитены	0	51±23*	3	45*
Общее число клеток, 1:				
сперматоцитов I порядка	12±3*	60±13*	3	25*
сперматид	1±1*	84±4*	8±4*	7*
сперматозоидов	28±1*	45±5*	17±5*	10*
клеток Лейдига	2	65±13*	7	26*
Относительное число, % общего клеток Лейдига				
мелких	11±1*	75±4*	6±4*	7*
средних	2±1*	66±3*	8±3*	6*
больших	7±3*	60±11*	11	22*
канальцев				
со сперматозоидами	27±0,4*	55±2*	15±2*	3*
со слущенным эпителием	24±2*	56±6*	8±6*	12*

* Достоверные значения при $P \leq 0,05$.

верным снижением сперматогоний типа А (см. табл. 2), сперматоцитов I порядка, сперматид и сперматозоидов. В семенных канальцах старых животных, находящихся вблизи белочной оболочки, наблюдалось усиление слущивания сперматогенного эпителия. Так, если у контрольных мышей происходит слущивание единичных сперматид, то при действии ПЭП наблюдалось отслоение пласта клеток, находящегося на уровне сперматид. Эндокринные клетки у обеих групп животных были представлены преимущественно неактивными формами. Во всех трех группах животных ведущим звеном деструкции являлось расстройство лимфо- и кровообращения.

Таким образом, изучение устойчивости семенников млекопитающих, находящихся на различных этапах онтогенеза, показало, что наиболее чувствительными являются неполовозрелые и старые животные, в семенном эпителии которых страдали, в первую очередь, высокодифференцированные элементы. Применение двухфакторного дисперсионного анализа позволило заметить, что ПЭП (фактор А) оказывает влияние практически на все показатели сперматогенеза белых мышей (табл. 3). Особенно выражены изменения для числа сперматогоний типов А и В, относительного содержания канальцев со сперматозоидами, канальцев со слущенным эпителием, число сперматозоидов, сперматоцитов I порядка на стадии лептотены и относительного содержания средних клеток Лейдига, активно вырабатывающих половые гормоны. Эффект ПЭП в сочетании с возрастом (фактор В) менее выражен, но также проявляется в изменении показателей, наиболее «чувствительных» к ПЭП. Тот факт, что при действии ПЭП нарушаются процессы, ответственные за пролиферативную активность сперматогенеза, позволяет рассматривать изученные нами морфофункциональные показатели состояния семенников как индикаторы необратимых изменений сперматогенеза млекопитающих, понижения их сексуальной активности и развития стерильности в условиях продолжительного воздействия переменным электрическим полем.

L. A. Ivanova, A. G. Kartashev

INFLUENCE OF ALTERNATING ELECTRIC FIELD OF INDUSTRIAL FREQUENCY ON TESTICLES OF WHITE MICE

Under the chronical influence of the alternating electric field (intensity 40 kV/m, frequency 50 Hz) the oppression of spermatogenesis was observed in the ontogenesis process of testicles of white mice. It was a result of disturbances in spermatogones and spermatids. Investigation of the stability of mice testicles in different age groups (juvenile, puberal and old) has shown that the 1st and the 3d groups are the most sensitive ones.

Research Institute of Biology and Biophysics
at State University of Tomsk, RSFSR

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахшиян М. Э. Сравнительно-возрастные морфологические и гистохимические исследования семенников и их придатков у человека и некоторых млекопитающих: Автореф. дис.... канд. мед. наук.— Ереван, 1969.— 28 с.
2. Дышловой В. Д., Пилявская С. М., Козярин И. П., Швайко И. И. Влияние электромагнитного поля промышленной частоты на семенники лабораторных мышей // Врачеб. дело.— 1987.— № 1.— С. 115—117.
3. Иванова Л. А., Карташев А. Г. Возрастная динамика сперматогенеза белых мышей // Физиол. журн.— 1990.— 36, № 6.— С. 63—70.
4. Лакин Г. Ф. Биометрия.— М.: Выс. шк., 1980.— С. 293.
5. Островская И. С., Якина Л. Н., Евтушенко Г. И. Изменения в семенниках при воздействии на организм животных импульсного электромагнитного поля низкой частоты // Врачеб. дело.— 1974.— № 9.— С. 139—142.
6. Райцина С. С. Сперматогенез и структурные основы его регуляции.— М.: Наука, 1985.— 208 с.
7. Саноцкий И. В., Фоменко В. П. Отдаленные последствия влияния химических соединений на организм.— М.: Медицина, 1979.— 232 с.

8. Удинцев Н. А., Хлынин С. М. Влияние магнитных полей на семенники.— Томск: Изд-во Томск. ун-та,— 1980.— 125 с.
9. Ухов Ю. И., Астраханцев А. Ф. Морфометрические методы в оценке функционального состояния семенников // Арх. анатомии, гистологии и эмбриологии.— 1983.— 84, № 3.— С. 66—72.
10. Фролькис В. В. Регулирование, приспособление и старение.— Л.: Наука.— 1970.— 448 с.
11. Fogg I. C., Cowing R. T. The changes in cell morphology and histochemistry of the testis following irradiation and their relation to other induced testicular changes // Cancer Res.— 1951.— 11.— P. 23—28.

Науч.-исслед. ин-т биологии и биофизики
Том. ун-та М-ва высш. и сред. спец. образования РСФСР

Материал поступил
в редакцию 25.02.91

УДК 612.014.464

В. В. Довгуша, Т. А. Павлова

Гипербарическая оксигенация в комплексе реабилитационных мероприятий моряков после длительного плавания на морских судах

У моряков после длительного плавания оценивали эффективность ГБО в комплексе с бальнеологическими процедурами (финской баней) и витаминотерапией. Установлено, что 10 сеансов ГБО в комплексе с финской баней компенсирует относительную кислородную недостаточность и ускоряет окислительно-восстановительные реакции в организме моряков при переходе на новый уровень функционирования после длительных рейсов. Обсуждаются основные физиологические механизмы этих изменений. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что ГБО может успешно использоваться в целях восстановления работоспособности и реадaptации экипажей судов.

Введение

После длительного плавания на морских судах выполнение различной работы по возвращении на берег является для моряков значительной физической нагрузкой. Это можно объяснить двумя обстоятельствами: детренированностью человека в период плавания и перестройкой органов и систем его организма на новый уровень функционирования. В связи с этим моряки в первые сутки после возвращения предъявляют жалобы на быструю утомляемость, одышку при физической работе, боли в мышцах ног при ходьбе [8, 11]. Иногда после плавания физическая нагрузка может оказаться неадекватной состоянию моряков и привести к более выраженным расстройствам некоторых функций организма. Это обстоятельство выдвигает задачу по реабилитации моряков после длительных рейсов в число одной из центральных в физиологии морского труда.

Методика

В качестве основного метода медицинской реабилитации использовалась гипербарическая оксигенация (ГБО). Каждый исследуемый в изолирующем его от внешней атмосферы аппарате дышал кислородом по замкнутому циклу. Такой аппарат представлял собой сухую рекомпрессионную камеру. Содержание кислорода в дыхательном мешке камеры составляло 95—97 %. Давление в камере поднимали в течение 4—5 мин сжатым воздухом до 0,15 МПа (абсолютное давление кисло-

© В. В. ДОВГУША, Т. А. ПАВЛОВА, 1991