

УДК 574.58:621.039.7

ТРАНСФОРМАЦИЯ РЕАКЦИИ ЖИВОТНЫХ ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ И ХРОНИЧЕСКОМ ОБЛУЧЕНИИ**Тестов Б.В., Баранова Л.Н., Просвиркина Н.М.***ТКНС УрО РАН «Тобольская комплексная научная станция Уральского отделения РАН», Тобольск,
e-mail: testov@psu.ru*

Проведено изучение трансформации реакции лабораторных мышей при кратковременном и хроническом облучении животных сравнительно небольшими дозами ионизирующего излучения. Показано, что при хроническом облучении животные через 2-5 дней хронического облучения снижают двигательную активность. При кратковременном облучении подвижность животных, получающих несколько большую дозу, постоянно меньше, а выносливость, при плавании в холодной воде больше, чем у мышей, получающих меньшую дозу облучения.

Ключевые слова: лабораторные мыши, кратковременное и хроническое облучение, подвижность, выносливость при плавании в воде

TRANSFORMATION REACTION OF ANIMALS WITH ACUTE AND CHRONIC EXPOSURES**Testov B.V., Baranova L.N., Prosvirkina N.M.***Tobolsk complex scientific station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Tobolsk,
e-mail: testov@psu.ru*

Study of the transformation reaction of laboratory mice with short-term and chronic exposure of animals relatively small doses of ionizing radiation. Shows, that chronic exposure of animals, through 2-5 days of chronic irradiation, reduces motor activity. During short-term exposure the mobility of animals receiving several large dose, less stamina, when swimming in cold water than in mice receiving the lower dose of radiation.

Keywords: laboratory, short-term and chronic exposure, mobility, stamina when swimming in the water

В работах отечественных и зарубежных авторов действие радиационного облучения обычно рассматривают как облучение отдельных атомов, создающих генетические нарушения или свободные радикалы, являющиеся высокоактивным изменением свободных молекул. Однако эксперименты показали, что такие нарушения в организме наблюдаются только при больших мощностях доз, когда повреждается много атомов. Только при больших дозах возможно возникновение большого количества свободных радикалов, которые могут видоизменять биохимические процессы. В то же время есть большое количество свидетельств о том, что даже небольшое повышение (в 10 -20 раз) природного радиационного фона приводит к существенной стимуляции процессов развития организма [1]. Это легко объясняется с позиций тепловой теории, согласно которой даже небольшие мощности радиационного облучения приводят к повышению температуры организма, что неизменно сопровождается усилением обменных процессов.

Известно, что фотоны ультрафиолетового излучения Солнца в весенний период могут вызывать ожоги на коже незагорелого человека. Эти ожоги не могут быть вызваны тепловым излучением Солнца, поскольку ранней весной ни предметы, ни одежда не нагреваются. Ожоги могут происходить

только за счет энергии самого человека. Известно, что все биохимические реакции в организме происходят при гидролизе молекул АТФ, которые являются источником энергии всех биохимических реакций. Молекулы АТФ образуются в митохондриях клеток организма при дыхании и обеспечивают энергией все биохимические реакции. Для проведения биохимической реакции между соответствующими компонентами на месте реакции происходит гидролиз одной или нескольких молекул АТФ, которые нагревают локальный участок, обеспечивая кинетической энергией реагирующие компоненты. По-видимому, коротковолновый ультрафиолет способен вызывать гидролиз молекул АТФ и нагревать до высокой температуры клетки кожи незагорелого человека. В коже загорелого человека имеется пигмент меланин, который не пропускает коротковолновый ультрафиолет, спасая нижележащие клетки от перегрева. Однако ионизирующее излучение (рентгеновские и гамма-лучи) легко проходят через слой меланина. При взаимодействии с атомами и молекулами клеток рентгеновские и гамма-лучи теряют энергию и превращаются в коротковолновый ультрафиолет, который и нагревает клетки организма. По данным наших и зарубежных авторов у всех животных от мыши до человека при облучении наблюдается повышение температуры на

1-3 градуса [2]. Ученые Томского университета провели эксперимент с живлением собакам термодатчиков, при помощи которых регистрировали температуру внутренних органов. При экспозиции собак в клетке с радоном они зарегистрировали повышение температуры на 3-5 градусов [3]. Наши эксперименты по изучению реакции лабораторных мышей во время облучения показали, что после каждого включения источника излучения происходит повышение температуры. При хроническом облучении, когда облучение продолжается длительное время, у животных наблюдается снижение интенсивности метаболизма. После отключения источника облучения метаболизм животных восстанавливается на прежнем уровне. Эти данные свидетельствуют о том, что ионизирующее излучение приводит к физиологической реакции, направленной на снижение теплопродукции облучаемых животных.

Физические нагрузки – основа здорового образа жизни

Физические нагрузки, как правило, связаны с бегом, ходьбой, выполнением различных физических упражнений. Для этого человек должен иметь функционирующие руки, ноги, полноценно действующие суставы. Однако в пожилом возрасте люди часто имеют различные травмы, пораженные суставы, которые не позволяют выполнять физические упражнения. Можно ли заменить физические нагрузки? Для ответа на этот вопрос достаточно иметь в виду, что единственным известным источником энергии в организме являются молекулы АТФ, которые обеспечивают энергией все биохимические реакции. Эти молекулы обеспечивают энергией клетки мышц, работу головного мозга, сердца, работу желудка и кишечника. Следовательно, повышенную нагрузку на организм можно обеспечить не только работой мышечных клеток, но и работой клеток кишечника. Не случайно после сытного обеда все животные обычно спят. Дети и многие взрослые люди после обеда отдыхают. Логично предположить, что необходимую мышечную нагрузку можно заменить нагрузкой на желудочно-кишечный тракт. Для этого достаточно ввести в желудок вещества, которые не создают особого вреда для организма, но которые организм должен «переварить». Человек питается самой разнообразной пищей, которую он должен расщепить на малые молекулы. Часть молекул он использует для получения энергии, а часть просто удаляется из организма калом и мочой. Пищеварение и удаление ксенобиотиков из организма происходит путем затраты энергии молекул АТФ.

Более простой способ утилизации энергии – непосредственный гидролиз АТФ коротковолновым ультрафиолетом, который образуется в организме при облучении рентгеновским и гамма-излучением. Как мы упоминали выше, при облучении организма ионизирующим излучением в организме выделяется тепло за счет гидролиза молекул АТФ

Если подобрать интенсивность рентгеновского излучения определенной мощности, которая создает небольшое повышение температуры, то это будет сравнительно небольшой энергетической нагрузкой, которая заменит физическую нагрузку для инвалидов и травмированных людей к физической нагрузке. Излишнее тепло, которое выделяется организмом при облучении, человек без труда сбросит в окружающую среду, сняв с себя лишнюю одежду.

Реакция животных на облучение

В качестве примера приводим результаты лабораторного исследования, который был выполнен на лабораторных мышах. Две группы мышей были помещены в стандартные лабораторные клетки с подвижной верхней крышкой. Подвижная верхняя крышка нужна была для того, чтобы замыкать контакты счетчика, который срабатывал, когда животное забиралось на «потолок» такой клетки. Лабораторные мыши в возбужденном состоянии очень часто любят бегать по потолку клетки. Такая конструкция клеток позволила автоматически фиксировать количество перемещений по верхней крышке, которая являлась для мышей потолком клетки.

В эксперименте 10 лабораторных мышей, находящихся в такой клетке, получали периодическое или постоянное (хроническое) облучение от радиоактивного источника, размещенного под днищем клетки. При хроническом облучении животные находились под облучением 12 дней. Средняя мощность дозы в клетке составила 0,62 мкЗв/час, во второй клетке, которая находилась на расстоянии 50 см от первой, мощность дозы составила 0,32 мкЗв/час. Животных ежедневно взвешивали и определяли подвижность. Подвижность определяли отношением времени, нахождения животных на потолке клетки к общему времени пребывания в клетке, выраженном в промилле.

Действие хронического облучения лабораторных мышей практически не отразилось на динамике весовых показателей (рис 1), но привело вначале к увеличению подвижности животных (рис. 2).

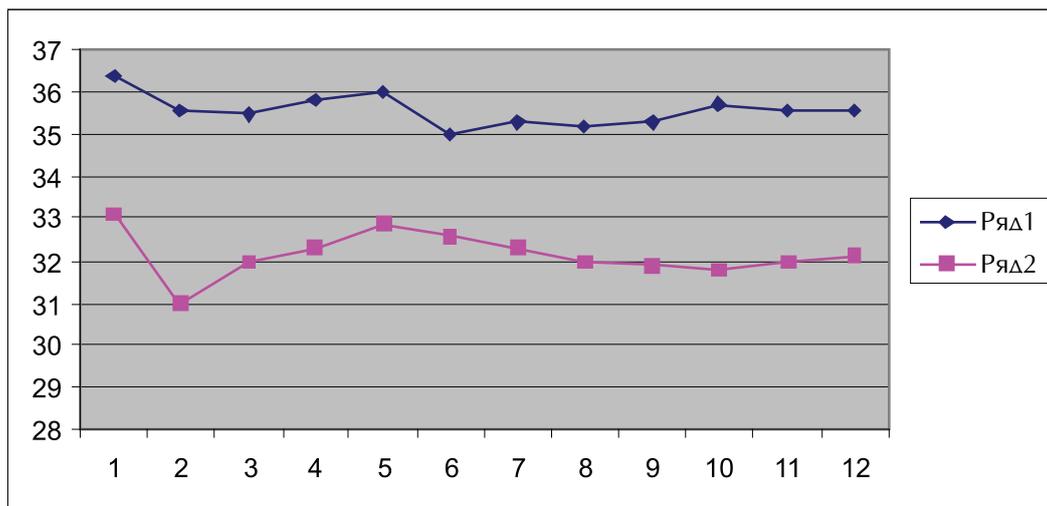


Рис. 1. Динамика изменения веса животных, подвергающихся хроническому облучению мощностью дозы 0,62 мкЗв/час (ряд 1) и 0,32 мкЗв/час (Ряд 2).

По оси абсцисс: Время проведения эксперимента, сутки.

По оси ординат: Средний вес животных, г

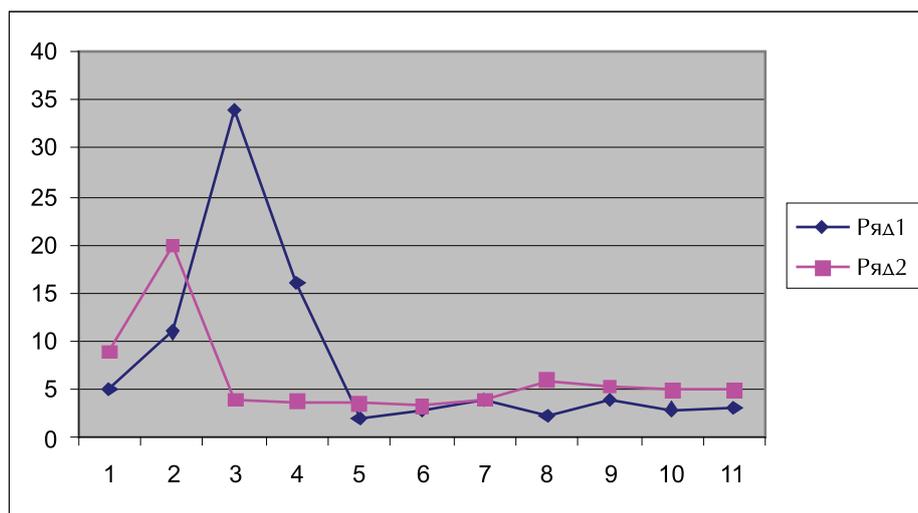


Рис. 2. Динамика подвижности животных при хроническом облучении мощностью дозы 0,62 мкЗв/час (ряд 2) и 0,32 мкЗв/час (ряд 1).

По оси абсцисс: Время проведения эксперимента, сутки.

По оси ординат: Подвижность животных, промилле

На второй и третий день после начала хронического облучения подвижность животных резко снизилась. Мы объясняем такую динамику подвижности неспецифической реакцией животных на тепло. Хроническое облучение привело вначале к перегреванию животных, что увеличило их подвижность. Однако перегрев вреден для организма, поэтому животные постепенно снизили интенсивность метаболизма. Снижение подвижности быстрее наблюдалось у животных, подвергающихся более сильному облучению. Такую реакцию мы ранее фиксировали по уменьшению потребления кислорода при помещении животных в поле

действия источника облучения. Возвращение подвижности к исходному уровню за счет снижения интенсивности метаболизма мы рассматриваем как физиологическую адаптацию животных к хроническому облучению. Именно такое поведение наблюдалось у животных в зоне Чернобыльской аварии в 1986-1991 году.

Второй эксперимент был посвящен периодическому облучению животных. При этом лабораторные мыши два раза в сутки подвергались часовому облучению источником, находящимся под дном клетки. Мощность дозы излучения в среднем составляла 30 мкЗв/час, что примерно в 100 раз

больше, чем природный радиационный фон, который действовал на животных все остальное время. Результаты эксперимента продолжительностью 15 дней показали, что периодическое облучение животных

привело к устойчивому снижению подвижности периодически облучаемых животных (рис. 3) и увеличению продолжительности их плавания в холодной воде (рис. 4).

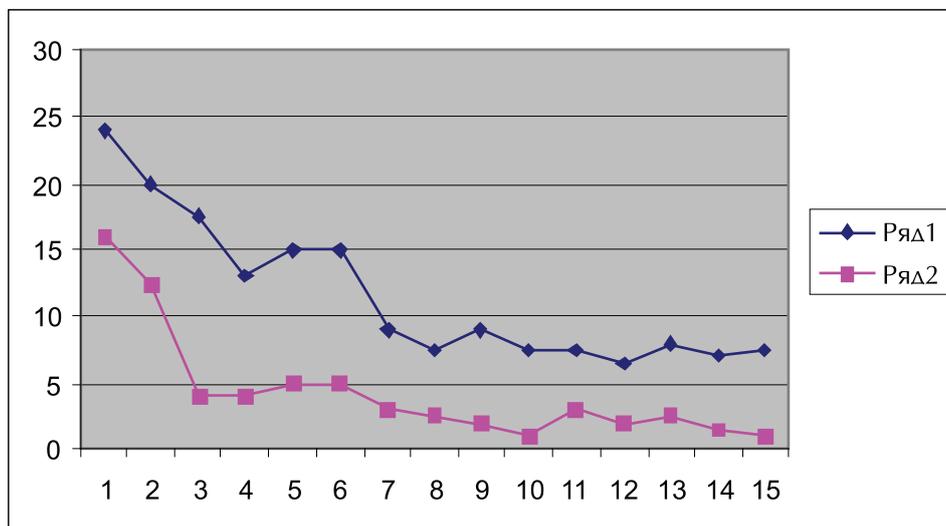


Рис. 3. Подвижность животных, получавших кратковременное облучение (Ряд. 2) по сравнению с контролем, не получавшим облучения (Ряд 1). По оси абсцисс: время проведения эксперимента, сутки По оси ординат: Подвижность животных, промилле

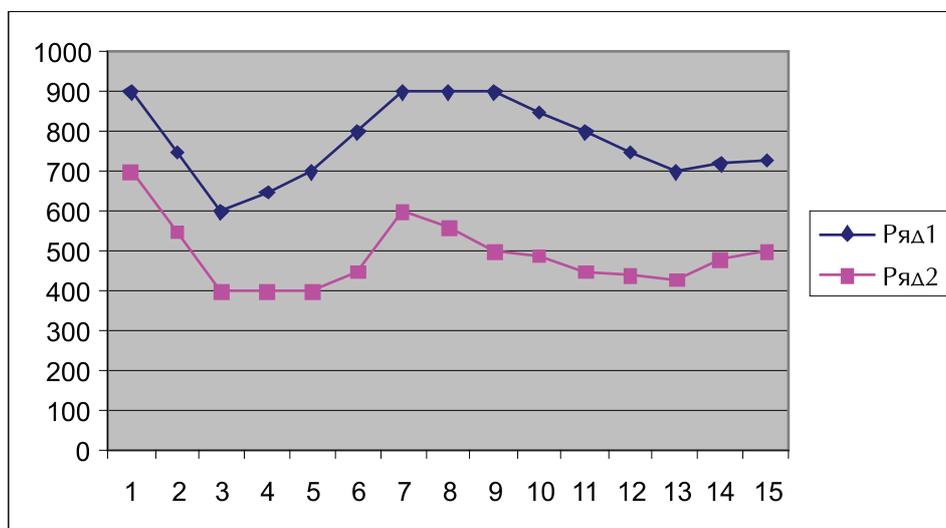


Рис. 4. Продолжительность плавания животных, получавших кратковременное облучение (Ряд. 1) по сравнению с контролем (Ряд 2). По оси абсцисс: Время проведения эксперимента, сутки. По оси ординат: Продолжительность плавания в холодной воде, с

Кратковременное облучение не привело к реакции тепловой адаптации, но создавало эффект усиленной затраты энергии то есть тренировки. В результате таких тренировок происходило увеличение запаса энергии во время сна, что позволяло этим животным дольше плавать в холодной воде.

Лазание по потолку клетки является для животных естественной необходимостью в движении, которая свойственна здоровому организму. Как правило, продолжительность нахождения на потолке была больше у животных, которые не подвергались какой-либо дополнительной нагрузке. Сле-

довательно, периодическое облучение небольшой дозой радиации может заменять мышечную нагрузку.

Такое же снижение мышечной активности наблюдается при заболеваниях животных. В этом случае запас энергии животных в значительной мере расходуется на борьбу с инфекцией.

Заключение

Известно, что недостаточность мышечной нагрузки приводит к ускоренному старению организма. Поэтому в настоящее время широкое распространение получил здоровый образ жизни. Одним из принципов здорового образа жизни являются сильные физические нагрузки. Однако для людей с ограниченными физическими возможностями, полученными при рождении или в результате травм, получение таких нагрузок проблематично. В этом случае мышечные нагрузки можно заменить ради-

ационным облучением с небольшой мощностью дозы. Это особенно эффективно можно применять для категории лиц, которые не планируют иметь детей (престарелых и инвалидов). Облучение лиц, которые не будут иметь детей, не приведет к увеличению генетического груза популяции и не увеличит коллективную дозу популяции, о которой так пекутся современные медики.

Список литературы

1. Кузин А.М. Природный радиоактивный фон и его значение в возникновении эволюции и существовании биосферы // Вопросы теоретической и прикладной радиобиологии : материалы Всесоюзной школы-семинара по радиобиологии. Пермь, 1988. – М.: Наука, 1990. – С. 131-136.
2. Kandasamy S.B., Hunt W.A. Involvement of prostaglandins and histamine in radiation-induced temperature response in rats / *Radiat. Res.* 1990. V. 121. P. 84-95.
3. Пегель В.А., Докшина Г.А. Влияние радона на температуру внутренних органов животных // *Медицинская радиология.* 1961. Т. 6. №11. С. 54-58.