

ГІГІЄНА, ЕКОЛОГІЯ, ПРОФЕСІЙНА ПАТОЛОГІЯ

УДК 524:53 ,577:612.014.482

Гак Е.З.,
Резункова О.П.

О МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТАХ ПРИРОДНОГО РАДИОАКТИВНОГО ФОНА

ГНУ Агрофизический научно-исследовательский институт РАСХН,
ФГУ «ФЦСКЭ им. В.А. Алмазова Росмедтехнологий»* Россия, Санкт-Петербург

Резюме. В данной работе нашли продолжение, высказанные нами ранее представления о ведущей роли воздействия нейтронной компоненты вторичного космического излучения во время «магнитных бурь» на биологические объекты. Общепринятые представления о роли геомагнитных возмущений во время магнитных бурь, как причины наблюдаемых в экспериментах и в природе патологических процессов, представляются нам маловероятными с чисто энергетической точки зрения. Вместе с тем, имеющиеся материалы по биологическим эффектам космического излучения, аналогичны результатам воздействия на биологические среды быстрых нейтронов от искусственных источников.

Ключевые слова: магнитные бури, биологические эффекты космического излучения

Введение

Относительно низкий энергетический вклад составляющих природного радиоактивного фона (ПРФ) в общее энергетическое воздействие на живые системы, порядка 2 мЗв/год на человека, а также тот факт, что живые системы развивались и выживали при такой радиации, нередко обуславливает отрицание необходимости учета ПРФ при рассмотрении воздействия радиации на человека. При этом вклад космических лучей (корпускулярного излучения) практически не учитывается. В данной работе нашли дальнейшее развитие высказанные нами ранее [1, 2] представления о ведущей роли воздействия нейтронной компоненты вторичных космических лучей на гидрологические и биофизические процессы в водных средах. Общепринятые представления о роли геомагнитных возмущений как причины наблюдаемых гидрологических процессов и различного вида патологий во время «магнитных бурь», представляются нам маловероятными с чисто энергетической точки зрения. Отметим, что ранее необходимость учета корпускулярного излучения, в том числе и нейтронов, отмечалась отдельными авторами. Вместе с тем ионизация среды при попадании в водные среды

высокоэнергичных частиц должна существенно изменять электрическое состояние среды, приводить к образованию свободных радикалов, изменению структуры локальных электрических полей, приводя к нарушению электрических и механических барьеров в клетке и, в конечном итоге, к снижению проницаемости клеточных мембран. Изменение электрического состояния клеток и особенно их мембран необходимо учитывать при рассмотрении физико-химических и биофизических процессов происходящих в живых системах при действии ПРФ.

Целью данной работы послужило желание авторов привлечь внимание исследователей к важной роли ПРФ в функционировании живых систем. К необходимости экранирования больных с нарушением мозгового и сердечно-сосудистого кровообращения не только от электромагнитных полей во время магнитных бурь, но и от корпускулярного излучения.

Составляющие ПРФ

Человек в ходе своей эволюции непрерывно находился под действием природной ионизирующей радиации, основная компонента которого является вторичное космическое излучение и радионуклиды.

содержащиеся в земной коре. Причем радиоактивные изотопы и их излучение попадают к человеку как непосредственно с пищей, так и через строительные материалы их энергетический вклад приведен в работе [3].

Особое внимание следует уделить радону и его составляющим и роли его вклада в облучение организма при дыхании. Особенно опасно его излучение из разломов, областей с пониженной гравитацией, где могут иметь место и излучения электромагнитных полей различных частот. Имеются данные об увеличении выхода радона во время магнитных бурь.

Космическое излучение и его биологическое действие

Роль радиоактивного излучения, обусловленного влиянием изотопов земной коры, неоднократно рассматривалась. Влияние же космического корпускулярного излучения на жизнь биосферы анализировалось меньше. До поверхности Земли в силу экранирующего эффекта геомагнитного поля и плотной атмосферы доходит лишь вторичное корпускулярное излучение, включающее в основном мюоны и нейтроны, причем доля падающих на Землю протонов, электронов и γ -квантов очень мала. Следует отметить, что хотя доля мюонов, достигающих поверхности Земли очень значительна, однако в силу их малого поглощения в воде и, соответственно, в биологических тканях, их влияние на биологические объекты может быть не так значительно как нейтронов. В то же время поглощение нейтронов, как тяжелых частиц, в воде и в биологических тканях велико (их коэффициент качества $K=10$), что определяется малой длиной пробега и степенью поражения биологических тканей. Особенно велика интенсивность падающих на Землю корпускулярных частиц во время солнечных вспышек, обычно сопровождаемых магнитными бурями. В этом случае их интенсивность возрастает в 10^4 - 10^5 раз в зависимости от интенсивности «магнитных бурь». Наибольшая интенсивность космических лучей приходится на полярные области, где эффект экранирования магнитным полем снижается. В то же время вариации геомагнитных полей, за что и получили эти явления свое название, составляют лишь десятки и сотни нТл, что как фактор воздействия на биологические объекты, маловероятен. Наоборот, слабые (или даже более сильные) постоянные или низкочастотные магнитные поля оказывают защитное действие от ионизирующего излу-

чения, стимулируя, по-видимому, иммунную систему и кроветворение [4].

В случае влияния космической радиации, можно полагать, реализуется тот же механизм, что и при действии на живые ткани ионизирующей радиации, в том числе и нейтронов. В этом случае также могут нарушаться защитные барьеры на уровне интактных клеток. У интактной клетки существует как бы два типа барьеров, это обычная мембрана, представляющая как механический, и электрический барьер, которые характеризуются очень высокой избирательностью в своих барьерных качествах. Вне клетки с наружной стороны в окружающей ее среде может иметь место второй барьер в виде пространственного электрического объемного заряда, согласно [1]. Если электрическое поле на основной плазматической мембране составляет величину 10^4 В/см, то в области внешнего объемного заряда оно, по нашим оценкам, достигает 10^3 В/см. Подобные оценки позволяют полагать, что в первую очередь нарушаются первичные электрические барьеры. Это в начальной стадии при малых воздействиях ведет к стимуляции процессов обмена. При значительных воздействиях уже нарушается проницаемость мембран (не восстановимо). За время «космического шторма», который может длиться десятки часов, могут происходить «точечные пробои мембран». В биологических тканях быстрые нейтроны преобразуются в быстрые протоны и электроны, но с меньшей энергией, что фактически приводит к движению положительных и отрицательно заряженных частиц и увеличению ионизации среды в несколько раз. Длина пробега их в ткани достигает размеров клетки и даже нескольких клеток. Согласно нашим и литературным данным при ионизирующем облучении растет проницаемость мембран и уменьшается поверхностный электрический заряд [5].

Наши модельные эксперименты показали, что следует ожидать разрушения макроскопических объемных зарядов, как внешнего электрического барьера, под действием электрических полей различной напряженности и характера. Снижение поверхностного электрического заряда клеток уменьшает их распор, силы отталкивания, приводит к слиянию клеток при сохранении их ядерного материала, что наблюдается в опытах на клеточных культурах во время сильных магнитных бурь [2] и в явлениях стаза (остановки) и сладжа (слипания) эритроцитов в

кровеносных сосудах [6]. Отметим, что явление слияния клеточных оболочек характерно как для безъядерных клеток (эритроциты) так и для клеток с ядерным материалом (клетки культур различной этиологии) во время магнитных бурь. Таким образом, мы наблюдаем мембранные эффекты, влияющие на межклеточные контакты - снижение поверхностного заряда клеточных мембран и пробой трансэндотелиальных клеток, выстилающих капилляры и более крупные сосуды. Эти явления позволяют объяснить нарушение реологии крови, и они особенно опасны для больных с нарушением систем мозгового и сердечно-сосудистого кровообращения. После окончания магнитных бурь клеточные культуры медленно релаксируют, а кровообращение у больных постепенно восстанавливается, если процессы не перешли в необратимую стадию [6]. Здоровые пациенты реагируют значительно слабее, однако явление нарушения кровообращения наблюдалось и у них.

Сравнительный анализ экспериментальных данных по облучению крыс нейтронами, рентгеновским и γ -излучением показал, что при облучении нейтронами малых доз гепатоциты крыс удваивают свою плоидность (клетки сливаются), тогда как при облучении γ -лучами и рентгеновским излучением этот процесс происходит при дозах близких к летальным. Как мы отмечали, движение (пробег) протонов через биологическую ткань дает аналогичные эффекты. Следует также отметить, что явление слияния мембран клеток при сохранении ядерного материала происходит и при действии на клетки кратковременных импульсов электрического тока при пробое мембран, что наблюдается при электрофорезе.

В качестве физической модели слияния клеток под действием постоянного электрического поля, мы изучали эффект слияния мелких капель струи дистиллированной воды при их разбрызгивании в единую крупную каплю, формирующуюся на вершине струи с диаметром на порядки превышающем отдельные капли. Это явление характерно и во время гроз, когда капли дождя резко увеличиваются в размерах.

Процесс слияния капель воды или интактных клеток происходит в том случае, когда электрические силы преобладают над силами поверхностного натяжения, и характеризуются снижением поверхностной энергии всей биологической или модельной

системы (совокупность капель). Возможно, процесс слияния клеток при сохранении ядерного материала может рассматриваться как защитная реакция, позволяющая снизить потребности энергии биологических систем и обеспечить возможность их последующего восстановления и выживания, хотя это и маловероятно.

Подобные представления позволяют иначе подойти к пониманию медико-биологических проблем возникающих при магнитных бурях для сохранения жизни больных и ослабленных людей. Так, неоднократно отмечалось, что во время магнитных бурь необходимо экранировать пациентов в камерах, защищенных от электромагнитных полей, о чем мечтал еще А.Л. Чижевский. Обычно эти камеры предусматривали покрытие определенного объема пространства тонкими листами металла. Такие комнаты не могут защитить от космического ионизирующего излучения ни электромагнитной, ни корпускулярной природы. Для этого необходима дополнительная защита, обычная в случае ядерных реакторов — слои воды, графита, парафина, погружение под воду или глубоко под Землю, кроме того, это невозможно в условиях клиники). Но они могут снизить общую электромагнитную ситуацию и тем самым не превысить порог адаптационного срыва. Сегодня технически эта задача решается иначе. На смену металлическим листам и сеткам, которые традиционно использовались для экранирования от ЭМИ, пришло новое эффективное защитное средство в виде металлизированных и углеродных тканей. Изделия из таких тканей (косынки, нагрудники, костюмы и т.п.) легки, удобны и не дороги, но они также эффективны как металлические листы. Авторами было показано, что экранирование онкологических больных (условия клиники ЦНИРРИ МЗ РФ), отягощенных сердечно-сосудистыми заболеваниями, во время магнитных бурь, дает хорошие клинические результаты. Положительная динамика анализов крови и вариабельности сердечного ритма совпали с общим самочувствием больных, что дало возможность проведения специального радикального лечения без перерывов. Самой удобной и эффективной была металлизированная ткань «Метакрон» (ТУ 8388-008-17310584-04).

Апplikатор аутобиорезонансный «Метакрон» представляет собой многослойное изделие с активным слоем из металлизированной ткани, которая изготавливается

экологически чистым, ресурсосберегающим, химико-гальваническим методом, обеспечивающим сплошное двухстороннее никелевое или никелево-медное покрытие материала толщиной от 1 до 12 мкм соответственно. Данная технология отличается высокой стабильностью образцов и не требует применения драгоценных металлов.

Пилотные исследования в ЦНИРРИ ЭМ РФ, НГУ ФКСИЗ им. П.Ф. Лесгафта, СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича каф. БМТ, ЦНИРРИ МЗ РФ и ФГУ «ФЦСКЭ им. В.А. Алмазова Росмедтехнологий» показали, что ткань имеет выраженные терапевтические свойства, позволяющие использовать её для лечения мышечных и суставных болей различного характера, лечения мокнувших и длительно незаживающих ран, защищает от ЭМИ и снижает электромагнитное воздействие на человека при солнечной активности. По результатам проведенных работ авторы изделия из металлизированной ткани «Метакрон» могут рекомендовать и онкологическим больным.

Заключение

Таким образом, говоря о проблеме биологических эффектов природного радиоак-

тивного фона, следует уделять должное внимание космической радиации, ее вариациям и опасности для человека. Необходимо отметить, что особое внимание следует уделять не воздействию низкочастотных магнитных полей очень низкой интенсивности, а реальному излучению, обусловленному быстрыми нейтронами, интенсивность которых во время солнечных вспышек может возрастать на порядки в течение десятков часов. Вместе с тем наличие мониторинга геомагнитных явлений при магнитных бурях синхронно связанных с потоком корпускулярного излучения, разработка специальной контролирующей магнитометрической аппаратуры эффективной на фоне многочисленных электромагнитных помех, может является важным элементом медицинской техники, которым следует оснащать не только стационары, но и отдельных людей (или сделать данную информацию доступной для больных).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондаренко Н.Ф., Гак Е.З. Электромагнитная гидрофизика и природные явления. СПб.: Санкт-Петербургский Гос. Аграрн.У-т. Т.1, 1994. 172 с.
2. Gak E.Z., Belisheva N.K. On a role of endogeneous electric field in a functional cell activity. - In book: Electricity and magnetism in biology and medecine. (Ed F. Bersani) Proceedings of 2-nd world Congress for Electricity and magnetism in biology and medecine. June 8-13, 1997, Bolongna. Italy. Plenum publ. Co. N.Y. 1998. P. 549-552.
3. Кузин А.М. Роль природного радиоактивного фона и вторичного излучения в явлении жизни. М.: Наука. 2002. 79 с.
4. Шеин В.Н. Комбинированное действие постоянного магнитного поля и ионизирующего излучения. - Радиобиология. 1988. Т. 28, № 5 С. 703-706.
5. Резункова О.П. Комплексное биофизическое исследование состояния популяции лимфоцитов тимуса животных после облучения в разных дозах. - Автореф. дис. на соискан. учен. степени к.б.н. СПб. ЦНИИРРИ МЗ РФ. 1993. 16 с.
6. Гурфинкель Ю.И., Любимов В.В., Ораевский В.Н. и др. Влияние геомагнитных возмущений на капиллярный кровоток у больных ишемической болезнью сердца. - Биофизика. 1995. Т. 40, № 4. С. 793-799.