

ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ НА ИММУНОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОРГАНИЗМА ЖИВОТНЫХ

The effect of ionizing radiation on the immunobiological indices of animals

Д. А. Пяткова, студент

Н. Г. Курочкина, кандидат ветеринарных наук, доцент

Уральский государственный аграрный университет

(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

Рецензент: О. В. Бадова, кандидат ветеринарных наук, доцент

Аннотация

В статье рассмотрена сущность влияния ионизирующего излучения на иммунитет животных и действие различных доз радиации на иммунологическую резистентность организма и гемопоэз.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, иммунитет, иммунологические показатели, иммунологическая резистентность, иммунологическая реактивность.

Summary

The article reveals the essence of the effect of ionizing radiation on the immune system of the animal. The influence of different doses of radiation on the immunological resistance of the body and hematopoiesis is considered.

Keywords: ionizing radiation, immunity, immunological indices, immunological resistance, immunological reactivity.

Ионизирующее излучение оказывает существенное влияние на иммунную систему организма. Различные дозы радиации вызывают соответствующие им поражения. Например, известно, что кратковременное действие малых доз радиации практически не влияет на иммунологические показатели организма, длительное же воздействие больших доз влечет за собой тяжелые последствия и, чаще всего, может привести к летальному исходу.

Ионизирующая радиация вызывает морфофункциональные изменения в структуре органов, тканей и клеток иммунной системы, что приводит к снижению иммунологической реактивности и резистентности животного.

Материальной основой иммунной системы являются лимфоидные органы. Лимфоидные органы подразделяются на центральные и периферические. Центральные органы включают в себя красный костный мозг и тимус, у птиц к вышеперечисленному добавляется Фабрициева бурса. В центральных органах происходит формирование и созревание иммунокомпетентных клеток. К периферическим органам относят селезенку, лимфатические узлы, лимфоидную ткань слизистых оболочек, включающую в себя миндалины и пейеровы бляшки. Функция периферических органов иммунной системы – создать микроокружение, в котором лимфоциты могут взаимодействовать с антигенами, между собой и со вспомогательными клетками. Для возникающего здесь иммунного ответа необходимы зрелые Т- и В-лимфоциты, а также клетки фагоцитарной системы, включающей в себя мононуклеарную фагоцитарную систему (макрофаги) и систему полиморфно-ядерных лейкоцитов (нейтрофилы, эозинофилы и базофилы). Помимо этого, необходимы и гуморальные факторы неспецифической защиты организма: система комплемента, система

интерферонов, система лизоцима и система пропердина [6]. Иммунная система играет важную роль в поддержании гомеостаза организма.

Степень изменения иммунологической реактивности организма животного под действием ионизирующего излучения зависит от многих причин: физических (поглощенной дозы, дозы однократного облучения, периода полураспада радионуклидов, вида ионизирующего излучения, величины облученной поверхности, времени облучения организма) и биологических (вида и возраста животного, состояния его здоровья в момент облучения, условий содержания, кормления). Следует учитывать, что различные лимфоидные органы имеют неодинаковую радиочувствительность, позволяющую расположить их по убывающей степени в следующем порядке: лимфатические узлы, красный костный мозг, тимус, селезенка [3].

Ионизирующая радиация избирательно действует на лейкоциты, а также на клетки-предшественницы иммунной системы. Известно, что при прямом облучении организма в лимфоидной ткани происходят последовательные биохимические реакции, обусловленные ионизацией атомов и молекул. Начинается все с появления новых активных ионов, индуцирующих новые радиохимические реакции, а также изменения скорости протекания биологических реакций в клетке в различных звеньях промежуточного обмена. Это приводит к нарушению обменных процессов в клетке, инаktivации ферментных систем, нарушению деления, дифференцировки клеток и к их массовой гибели. При непрямом действии ионизирующей радиации происходят радиационно-химические изменения в клетке, обусловленные продуктами радиолиза воды, к которым относятся свободные радикалы H^+ и OH^- и различные окислители – пероксиды водорода и высшие пероксиды. Следовательно, при прямом и непрямом действии ионизирующего излучения снижаются иммунологическая резистентность и реактивность организма животного [7].

Проводилось большое количество экспериментов, чтобы доказать влияние ионизирующей радиации на иммунную систему организма. Например, длительное однократное воздействие малых доз γ -излучения суммарной мощностью 0,28, 0,56 и 0,85 Гр на крыс снижает образование иммуноглобулинов классов А и М, а также значительно уменьшает формирование иммунных комплексов, что может привести к иммунодефицитам [2]. С другой стороны, доказано, что кратковременное действие малых доз радиации (гормезис), равных 0,1 Гр, оказывает стимулирующее действие на организм и повышает иммунологическую реактивность, что способствует благоприятному течению патологического процесса. Кроме этого, рассматривалось влияние сублетальных и летальных доз радиоактивного излучения. В эксперименте происходило резкое снижение иммунологической резистентности у животных к инфекционным заболеваниям, развивалась лучевая болезнь. Снижение иммунологической реактивности и резистентности возникало из-за нарушения проницаемости мембран тканевых структур, выполняющих барьерную функцию (кожа и слизистые оболочки), из-за снижения бактерицидных свойств крови, подавления гемопоэза, возникновения лейкопении, анемии и тромбоцитопении, а также угнетения фагоцитоза и продукции антител [5].

В первое время после облучения повышается проницаемость кожи, слизистых оболочек, подкожной жировой клетчатки, гематоэнцефалического барьера и сосудов кишечника, благодаря деполимеризации гиалуроновой кислоты и угнетению бактерицидной способности слизистых оболочек дыхательной системы и желудочно-кишечного тракта. Вследствие этого нагрузка на первую линию защиты значительно увеличивается, поэтому острее всего проявляется недостаточность нейтрофилов, являющихся мощными

ферментообразователями, осуществляющими гидролиз фагоцитируемых бактерий. В организм начинают бесконтрольно попадать патогенные биологические агенты и другие антигены. Значительно снижается резистентность к условно-патогенной микрофлоре (*Escherichia coli*), угнетается резистентность к бактериальным токсинам *Clostridium perfringens* и *Cl.tetani* из-за уменьшения способности сыворотки крови нейтрализовать токсины. Именно в это время после облучения наблюдается радиационная гибель некоторого количества облученных животных, так как происходит развитие синдрома инфекционных осложнений.

Вскоре после повышения проницаемости барьеров организма происходит быстрое развитие лейкопении, связанное с радиочувствительностью зрелых популяций лимфоцитов крови (1,2-2,5 Гр). Через 3 дня после облучения дозой 6 Гр у мышей наблюдалось опустошение лимфоидных органов и гибель 90% всех лимфоидных клеток, а активность оставшихся значительно снизилась [2]. Наибольшее влияние ионизирующее излучение оказывает на формы иммунного ответа, нуждающиеся во взаимодействии с радиочувствительными клетками (Т-хелперы, Т-супрессоры и В-лимфоциты). Моноциты крови и ЕК-клетки наиболее устойчивы к действию радиации, они выдерживают воздействие дозами 10-15 Гр [4]. Именно поэтому клеточный иммунный ответ более резистентен по отношению к гуморальному.

Действие ионизирующего излучения на иммунную систему организма приводит к извращению иммунного ответа. Уже в первые часы после воздействия Т-лимфоциты и В-лимфоциты утрачивают рецепторы, находящиеся на поверхности клетки, для распознавания антигенов. Уменьшается выработка В-лимфоцитами антител в ответ на антигенную стимуляцию. Значительно снижается способность Т-лимфоцитов к пролиферации, угнетаются их цитотоксические функции, это приводит к подавлению реакций гиперчувствительности замедленного типа (РТПХ – реакция «трансплантат против хозяина») [1].

Велик риск развития аутоиммунных заболеваний, которые могут проявиться даже при воздействии малых доз радиации. После облучения нарушается формирование антигенраспознающего механизма и происходит гибель Т-супрессоров, вследствие чего В-лимфоциты усиленно вырабатывают аутоантитела и проявляется так называемая аутоагрессия [4].

Таким образом, ионизирующая радиация значительно влияет на иммунную систему организма животного, вызывая гибель иммунокомпетентных клеток и извращение иммунного ответа. Нарушение иммунологической резистентности и реактивности организма животного наблюдается уже в первые часы после облучения, а своего максимума повреждения достигают в третий период лучевой болезни. Организм выживших животных постепенно восстанавливает естественные факторы иммунитета, находящиеся в прямой зависимости от степени поражения радиацией.

Библиографический список

1. *Александров Ю. А.* Основы радиационной экологии: Учебное пособие. Йошкар-Ола, 2007. С. 145-149.
2. *Бажуров Л. И.* Курс лекций по сельскохозяйственной радиологии: Учебное пособие. Краснодар: КубГАУ, 2009. С. 87-89.

3. Ветеринарная радиобиология: краткий курс лекций для студентов 4 курса по специальности 36.05.01 – «Ветеринария» / сост. Т. Н. Родионова. Саратов: Саратовский ГАУ, 2016. С. 50-52.

4. Влияние облучения на иммунную систему [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ekolog.org/books/33/5_5_4.htm (дата обращения: 08.06.2019).

5. Радиационное повреждение иммунной системы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberpedia.su/3x74c6.html>. (дата обращения: 08.06.2019).

6. Улумбеков Э. Г. Гистология, эмбриология, цитология [Электронный ресурс] : учебник для вузов / под ред. Э. Г. Улумбекова, Ю. А. Челышева. 3-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 480 с. Режим доступа: https://nsau.edu.ru/downloads/library/ugebnik/gistologi/pages/book/HIST_11.doc.htm (дата обращения: 08.06.2019).

7. Ярилин А. А. Иммунология [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://bib.social/allergologiya-immunologiya_1123/immunodefitsitnyie-sostoyaniya-obuslovlennyye-118271.html (дата обращения: 08.06.2019).