

Влияние характера и дозы облучения на активность реакции рецептор—лектин у ликвидаторов аварии на ЧАЭС

И. С. Карпова, Н. В. Корецкая

Институт молекулярной биологии и генетики НАН Украины
Ул. Академика Заболотного, 150, Киев, 03143, Украина

Лектины 24 видов лекарственных растений использовали в качестве инструмента исследования состояния эритроцитарных мембран у ликвидаторов аварии на ЧАЭС, подвергшихся воздействию малых и больших доз хронического облучения, а также перенесших острую лучевую болезнь. У облученных лиц обнаружены достоверные групповые отличия значений суммарного показателя активности реакции рецептор—лектин от контрольной группы, положительно коррелирующие с некоторыми качественными и количественными характеристиками ионизирующего излучения. В каждой из групп наблюдения выявлены особенности реакции с индивидуальными лектинами, что может свидетельствовать о структурно-функциональных изменениях рецепторного аппарата клеток в ответ на изменения физиологического статуса организма в послеварийном периоде.

Введение. Лектины — это особая группа белков, обладающих свойством специфически распознавать и обратимо связывать сахара, а также их производные в составе субклеточных структур, в особенности поверхностных рецепторов клеточных мембран. Классические лектины не являются ферментами. Наиболее очевидным проявлением их биологической активности служит реакция агглютинации клеток (прежнее название — фитогемагглютинины) [1, 2]. Исходно найденные в растениях, лектины затем были выявлены у всех живых организмов, включая высших животных и человека [3]. Эндогенные лектины животных и человека выполняют важную роль в поддержании физиологического статуса организма: участвуют в процессах сперматогенеза, оплодотворения и эмбриогенеза; в составе клеток печени способствуют очищению кровотока от аномальных молекул и старых клеток; обеспечивают активацию В- и Т-лимфоцитов, эозинофилов и нейтрофилов, а также транспортировку лейкоцитов к очагам воспаления; обладают прямой антивирусной и антибактериальной активностью; взаимодействуют с гормонами гликопротеиновой природы

и пр. [3—7]. Лектины растительного происхождения нашли широкое применение в качестве инструмента при сравнительном изучении клеточной поверхности организма человека в норме и при патологических состояниях [2—7].

Исследованиями Гольнской и соавт. найдены источники лектинов среди многих видов лекарственных растений [5, 6]. Используя мембрану эритроцита в качестве тест-объекта и набор лектинов с различной углеводной специфичностью ими разработан оригинальный лектинотест, имеющий целью выявление особенностей реакции рецептор—лектин, коррелирующих с развитием онкологического заболевания [5, 6].

Цель данной работы состояла в применении указанного набора лектинов лекарственных растений для изучения специфических изменений эритроцитарных мембран у лиц, подвергшихся воздействию радиации в связи с Чернобыльской катастрофой, и в установлении их возможной связи с качественными и количественными характеристиками ионизирующего излучения

Материалы и методы. Лектины из сухого лекарственного сырья 24 ботанических видов растений, которым присваивали кодовый номер, экстра-

гировали раствором 0,15 М NaCl, частично очищали с помощью фракционирования этанолом, лиофилизировали и хранили при температуре -20°C . Перед проведением эксперимента препараты растворяли в 0,15 М NaCl, спектрофотометрически стандартизировали по белку (2 мг/мл) и готовили серию последовательных двукратных разведений в иммунологическом планшете с U-образными лунками. В каждую лунку предварительно вносили по 50 мкл физиологического раствора, приготовленного на фосфатном буфере, рН 7,4 (ФБС). Поверх лектина наслаивали по 50 мкл 2 %-й суспензии отмытых от сыворотки эритроцитов и выдерживали при температуре 25°C в течение 60 мин. Гемагглютинацию регистрировали визуально, учитывая титр (минимальное разведение, при котором отмечается агглютинация) и форму осадка, и выражали результаты в целых числах — условных баллах согласно [8]. Этот подход позволил представить реакцию с каждым из 24 лектинов в отдельности и суммарно (со всем набором) как количественные дискретно варьирующие признаки. Дальнейшую систематизацию, статистический анализ и графическое изображение закономерностей варьирования данного признака в контрольной группе и группах облученных лиц проводили с использованием компьютерной программы Quattro Pro. для Windows.

Для сравнительной оценки результатов дополнительно разработаны два количественных показателя: индекс индивидуальной реакции гемагглютинации (N) с одним из лектинов и интегральный индекс данной реакции (IN), представляющий собой сумму значений N для всех 24 лектинов набора [9]. Данные могут быть представлены в виде графика — лектинограммы. Индивидуальная лектинограмма отражает особенности реакции рецептор—лектин у обследуемого лица. Для группы лиц составляли усредненные лектинограммы с целью выявления общих закономерностей. Усредненная лектинограмма группы доноров с ранжированными значениями N и доверительным интервалом служила условным эталоном сравнения. Достоверность отличий оценивали согласно критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение. За период с 1990 по 1996 гг. с помощью лектинотеста обследован контингент Медотдела УВД Киевского горисполкома, подвергшийся радиационному воздействию в 1986 году, а также лица, перенесшие острую лучевую болезнь (ОЛБ) и затем наблюдавшиеся в отделении лучевой патологии Научного центра радиационной медицины АМН Украины [9, 14, 15]. Первоначально обследованных разделили на шесть групп наблюдения в зависимости от характера и дозы радиационного воздействия. В контрольную (1-я груп-

па) входили молодые здоровые мужчины из подразделения ОМОН (26 человек, которые не выезжали в зону аварии). Ликвидаторы, подвергшиеся малым дозам хронического облучения (до 0,5 Гр), составили 2-ю группу численностью 74 человека. На момент аварии это были молодые здоровые мужчины, которые затем участвовали в оцеплении и дорожном патрулировании 30-км зоны отчуждения. Представителями 3-й группы (23 человека) были работники ЧАЭС, участвовавшие в ликвидации аварии и продолжавшие работать на станции. Они подверглись длительному облучению в дозах, превысивших 0,5 Гр, и имели выявляемые изменения в отдельных органах и системах. Лица, подвергшиеся острому облучению в дозах порядка 1 Гр и выше, были подразделены в зависимости от клинических проявлений ОЛБ: субклиническая форма ОЛБ (4-я группа), проявления костно-мозгового синдрома I степени тяжести (5-я группа), а также ОЛБ II и III степени (6-я группа). Численность этих групп составляла 20, 11 и 17 человек соответственно. Представителями трех последних групп были люди разных профессий (пожарники, энергетики, представители ВОХР, строители и др.) с документированными (4-я группа) или цитогенетически определенными дозами (5-я и 6-я группы). Статистический анализ показал, что в контрольной группе существует близкое к нормальному распределение значений как IN , так и показателей взаимодействия с отдельными лектинами — N . В этом случае средняя величина служит центром распределения, близкого к симметричному, а сумма всех положительных и отрицательных отклонений равняется нулю. Однако в группах наблюдения характер варьирования значений IN выявил направленные положительные отклонения в сторону бимодального распределения. Из этого следовало, что в группах облученных лиц происходит формирование как минимум одной дискретной подгруппы, статистические параметры которой достоверно отличаются от донорской нормы повышенной активностью рецепторов в реакции с лектинами. Учитывая выявленную гетерогенность групп наблюдения, их подразделили на две подгруппы — с близкими к норме (a) и повышенными (b) значениями показателя IN , которые анализировали отдельно, делая акцент на более представительную подгруппу (b).

Одним из основных доказательств действия радиационного фактора на организм является установление связи между исследуемым параметром и дозой, а также другими характеристиками ионизирующего излучения. На рис. 1 приведены результаты сопоставления средних групповых доз и средних значений показателя активности реакции с

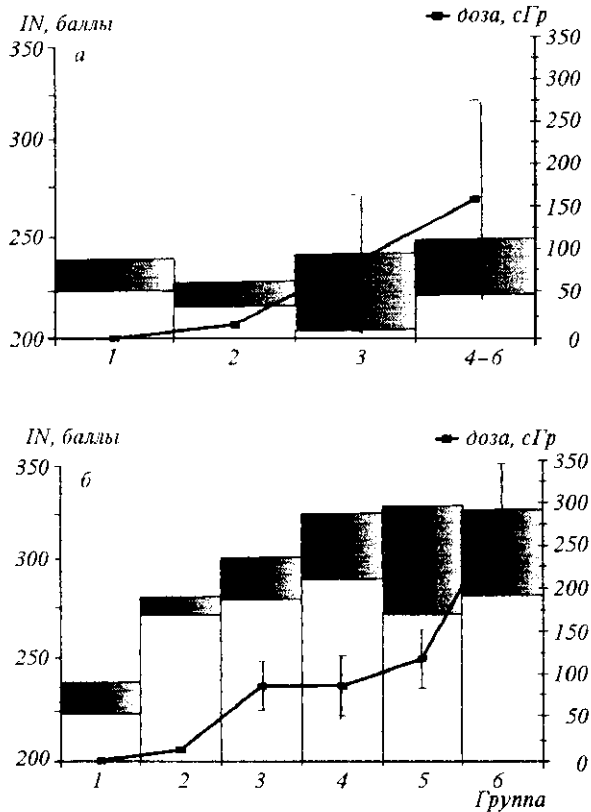


Рис. 1. Сравнение интегрального показателя (IN) активности рецептор—лектин в группах ликвидаторов, различающихся по характеру и дозе облучения: 1 — необлученный контроль; 2, 3 — малые и большие дозы хронического облучения; 4—6 — ОЛБ: субклиническая форма (4), I степени (5), II и III степени (6). Подгруппы с нормальным (а) и повышенным (б) значением IN

набором лектинов (IN) как индикатора состояния клеточных мембран. Выявлено наличие корреляционной зависимости ($r = 0,64$), четко проявляемой у представителей подгруппы *b*. В этом варианте все группы наблюдения по показателю IN достоверно отличались от необлученного контроля. При действии больших доз длительного облучения (3-я группа) имело место достоверное ($p = 0,95$) увеличение активности реакции с лектинами по сравнению с малыми дозами (2-я группа). При равной групповой дозе хронического и острого облучения (3-я и 4-я группы) эффект разового воздействия, судя по абсолютному значению показателя IN , был выше, но, как бы достигнув предела, от дальнейшего повышения дозы уже не зависел (группы 5 и 6). Таким образом, показатель IN обнаружил связь как с характером радиационного воздействия, так и с дозой в диапазоне до 1 Гр. Отсутствие дозовой зависимости во всем диапазоне может объясняться

как высокой чувствительностью реакции, когда самые малые дозы приводят к статистически значимому эффекту, так и исходно ограниченным числом рецепторов лектинов на мембране эритроцита. Если возросла активность всех имеющихся рецепторов для данного спектра лектинов, дальнейшего усиления реакции не происходит. Вместе с тем у некоторых лиц, пострадавших от высоких доз острого облучения, возможно, имеет место вторичное уменьшение числа рецепторов как защитная реакция от хронической интоксикации, аналогично распаду части рецепторов пептидных гормонов при неадекватно высоком уровне последних [10].

В пределах каждой группы наблюдения дозовой зависимости показателя IN не найдено. Это может быть проявлением различной индивидуальной радиочувствительности, когда на одну и ту же дозу организм реагирует по-разному [11—13]. Нельзя также исключить ошибки при определении общей дозовой нагрузки ликвидаторов.

Изучение спектра реакций с индивидуальными лектинами у представителей разных групп наблюдения показало, что взаимодействие с лектином № 16, выделенным из рылец кукурузы обыкновенной (*Zea mays*), происходит по альтернативной схеме — «есть эффект — нет эффекта» (таблица). Будучи активным у каждого десятого донора, у ликвидаторов с малыми дозами он проявил себя как активный реагент у каждого пятого (подгруппа 2а) и каждого второго (подгруппа 2б). Среди ликвидаторов из других групп наблюдения доля лиц, активно реагирующих с лектином кукурузных рылец, колебалась от 42 до 63 %, достоверно превышая уровень контроля, но не обнаруживая связи с дозой или характером облучения.

При сравнении разных групп между собой отмечалось резкое снижение числа лиц из подгруппы *a* — от 35 % (2-я группа) до единичных представителей (группы 4—6). Параллельно увеличилась доля лиц с повышенным значением интегрального показателя IN (подгруппа *b*). Характерно, что высокой активностью взаимодействия с лектином № 16 отличались именно представители второй подгруппы. Это указывает на высокую вероятность активации рецептора лектина кукурузных рылец в связи с общим изменением состояния эритроцитарной мембраны в отдаленный период после воздействия радиации и возможность использования реакции с данным лектином в качестве маркера такого состояния.

Показатели реакции с другими индивидуальными лектинами варьировали в определенных пределах между максимальным и минимальным значением по схеме «больше—меньше». Для выявля-

Частота встречаемости лиц с повышенной активностью реакции рецептор—лектин кукурузных рылец (*Zea mays*) в группах ликвидаторов, различающихся по характеру и дозе облучения

№ группы	Облучение	Средняя доза, сГр	Количество человек в группе	Количество лиц с повышенной реакцией	Частота встречаемости, % ($M \pm m$)	Достоверность относительно необлученного контроля, p
1	Без облучения	0	26	3	11,54±0,13	—
<i>Подгруппа а</i>						
2	Хроническое	15,23±2,34	28	5	17,86±0,10	< 0,95
3	Хроническое	86,00±40,89	4	0	—	—
4	Острое	65	1	0	—	—
5	Острое	270	1	0	—	—
6	Острое	140	1	0	—	—
<i>Подгруппа б</i>						
2	Хроническое	13,46±1,14	46	25	54,35±0,12	> 0,99
3	Хроническое	95,31±15,88	19	8	42,11±0,13	> 0,95
4	Острое	95,34±19,48	19	7	36,84±0,13	= 0,95
5	Острое	128,60±18,90	10	5	50,00±0,15	> 0,95
6	Острое	312,50±33,02	16	7	43,75±0,14	> 0,95

ния общих закономерностей строили график — усредненную лектинограмму, которая у каждой группы имела свои характерные особенности (рис. 2). Лектинограммы лиц с близким к донорской норме показателем *IN* (подгруппа *а*) из последующего рассмотрения исключили, предположив, что они менее восприимчивы к радиационному воздействию.

В однородной группе здоровых молодых мужчин (контроль) показатели активности реакции рецептор—лектин (*N*) случайно распределяли вокруг средних значений с небольшой амплитудой вариации. Однако в группах облученных лиц ряд таких показателей обнаружил направленные сдвиги, выходящие за пределы доверительного интервала нормы. Так, лектинограмма группы *2б* (малые дозы хронического облучения) характеризовалась положительными отклонениями по 10 позициям. Из них лектины трех видов (11, 50 и 4) отличались предельно высокими показателями активности среди всех групп наблюдения, что позволяет рассматривать их в качестве маркеров измененного состояния эритроцитарной мембраны в результате воздействия малых доз радиации. Представители 3-й группы подверглись воздействию высоких доз хронического облучения, в среднем в 5 раз превысив-

ших значение дозовой нагрузки для группы 2. Лектинограмма *3б* отличалась от донорской нормы по 16 позициям. Из них девять позиций совпадали с таковыми для лектинограммы *2б*. Для пяти из девяти совпадающих позиций отклонения от нормы были выражены сильнее. Кроме того, добавились шесть позиций с направленными положительными отклонениями и одна позиция (22) — с отрицательным отклонением средней. По трем позициям (19, 45 и 90) средние достигали максимальных значений. В 4-ю группу входили лица, подвергшиеся острому облучению в дозах порядка 1 Гр, но у которых в истории болезни не отмечено типичных клинических проявлений ОЛБ. По числу направленных отклонений от нормы (16 позиций) лектинограммы *4б* и *3б* совпадают, но имеются два качественных отличия: позиции 48 и 22. Для восьми лектинов (29, 15, 26, 6, 32, 1, 17, 80) отмечена максимальная активность реакции. Представители 5-й группы находились в то же время и в той же радиационной обстановке, что и 4-й, но имели клинические проявления ОЛБ I степени. Среднее значение дозы для этой группы в 1,5 раза превышало таковое для группы 4. Конфигурация лектинограмм *5б* и *4б* по большинству позиций совпадает, но отличается большим размахом вариации и

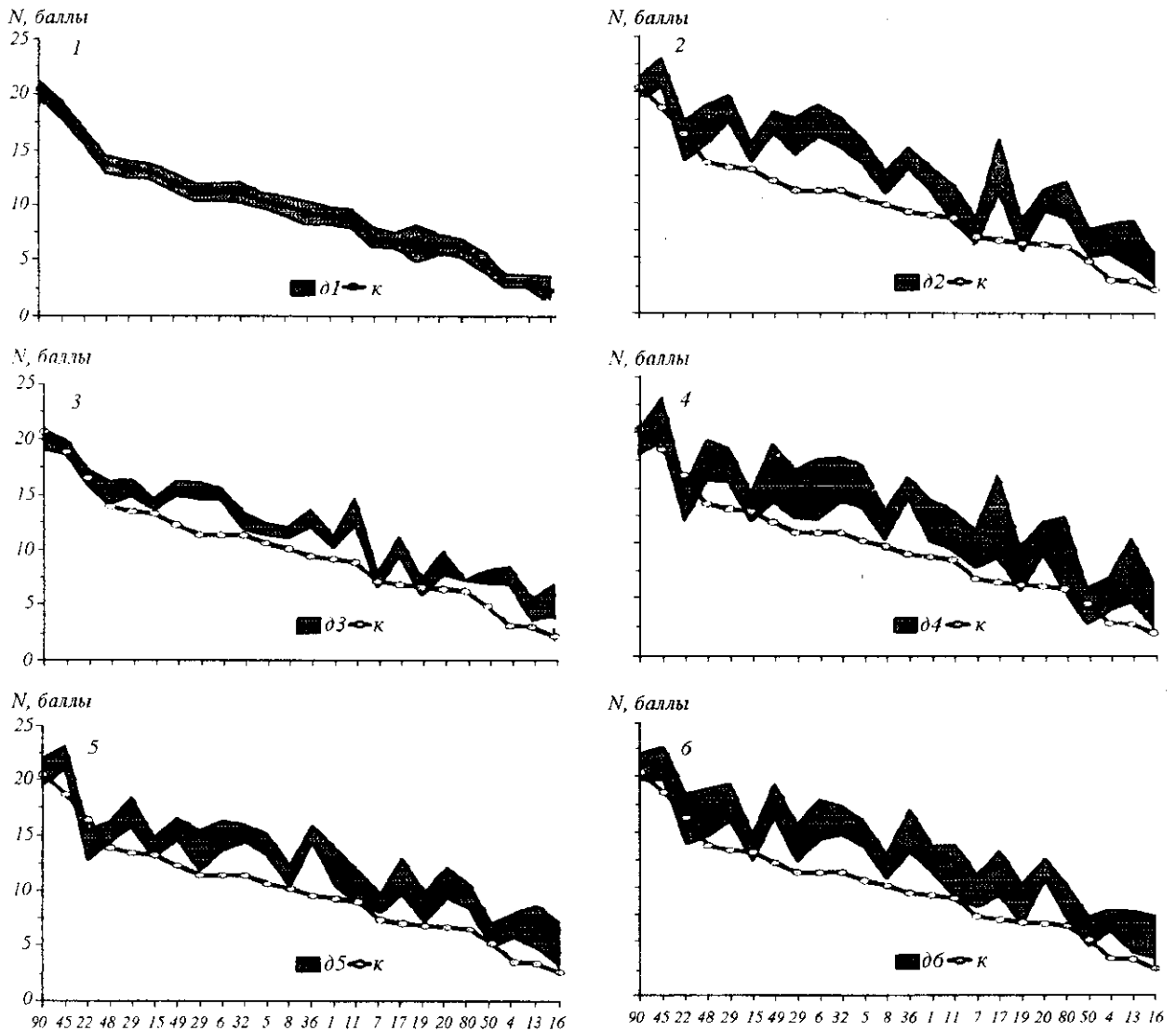


Рис. 2. Усредненные лектинограммы для групп 1—6 (b) с повышенным интегральным показателем реакции рецептор—лектин (*IN*): *δ* — доверительный интервал усредненной лектинограммы каждой группы; *κ* (контроль) — лектинограмма группы необлученного контроля с ранжированными средними значениями *N*

добавлением двух положительных (позиции 11 и 7) и одного отрицательного (22) отклонения. Для пяти лектинов (5, 7, 36, 48, 13) отклонений достигли верхнего предела значений. В группу 6b вошли 17 человек, подвергшихся острому облучению в наиболее высоких дозах (свыше 2 Гр). Лектинограмма 6b отличалась от контроля по 18 позициям, а от графика 5b — только по отсутствию пониженной реакции с лектином 22. По трем позициям (19, 20, 49) значения средних и размах вариации достигали максимума в сравнении с другими группами.

Однако, несмотря на значительно более высокую дозу облучения, дальнейшего повышения активности реакций рецептор—лектин по сравнению с другими группами не наблюдалось. Единственным из 24 использованных лектинов, реакция с которым у представителей группы 6b была несколько выше, чем у представителей других групп, был лектин бузины черной (позиция 20). В целом, сопоставление активности реакции рецепторов эритроцитарных мембран у ликвидаторов и необлученных лиц с индивидуальными лектинами выяви-

ло как общие тенденции — связь с дозой (в диапазоне до 1 Гр) и типом облучения, так и характерные для каждой группы различия. Различия связаны с неодинаковой чувствительностью рецепторов разных лектинов к изменениям состояния организма в послеаварийном периоде. Наиболее чувствительными были рецепторы для группы из 11 лектинов, активность которых достоверно возросла у ликвидаторов с малыми дозами хронического облучения. Затем у ликвидаторов с большими дозами хронического облучения проявилась новая группа рецепторов с измененной активностью для семи лектинов. У лиц, перенесших ОЛБ, активизируются еще три типа реакций рецептор—лектин. Кроме того, два типа рецепторов (позиции лектинов 8 и 90) оказались нечувствительными к действию радиационного фактора, поскольку их активность никак не менялась ни в одной из групп наблюдения. Активность реакции агглютинации коррелирует с количеством связываемого лектина, которое, в свою очередь, зависит от числа рецепторов на поверхности мембраны эритроцита и от их сродства к лектину. Возрастание числа и степени активности рецепторов эритроцитарных мембран у облученных лиц логично связать с возникновением патологических изменений разных органов и систем, которые в отдаленные сроки могут приводить к изменению внутренней среды организма. Так, к моменту обследования представители достаточно однородной 2-й группы жаловались на снижение работоспособности и имели диагноз вегетососудистой дистонии. У всех обследованных лиц из 3-й группы в послеаварийный период также развился синдром вегетососудистой дистонии, отмечался высокий удельный вес дисбактериоза кишечника и функциональной недостаточности печени, которые рассматривают как нестохастические радиационные эффекты [13]. Влияние высоких доз острого облучения проявилось в повышении частоты заболеваний разных органов и систем: сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной, пищеварительного тракта, иммунного статуса, биохимических и гематологических показателей и др. Среди более общих нарушений отмечались полигландулярные сдвиги в эндокринной системе, пусковым механизмом которых могло быть радиационное повреждение структуры и функции щитовидной железы, надпочечников и половых желез. Наблюдались также значительные нарушения перекисного окисления липидов и повышение активности ферментов антиоксидантной системы [12—16]. Возрастание числа активных рецепторов лектинов и степени их активации параллельно с ухудшением состояния здоровья ликвидаторов указывают на диагностические

возможности реакций эритроцит—лектин, которые в каждом конкретном случае еще предстоит расшифровать.

Выводы. Установлена положительная корреляция между групповой дозой и характером облучения ликвидаторов и состоянием их эритроцитарных мембран, оцениваемым по интегральному показателю активности реакции с набором лектинов.

Взаимодействие с лектином кукурузных рылец имело альтернативный характер: среди ликвидаторов доля лиц, реагирующих с данным лектином, достоверно возрастала.

Показатели реакции с индивидуальными лектинами в контрольной группе случайно варьировали вокруг средних значений. Судя по усредненным лектинограммам, у облученных лиц происходили направленные положительные сдвиги показателей реакции с индивидуальными лектинами, где число и степень отклонений от нормы возрастали в ряду: ликвидаторы с малыми (до 0,5 Гр) дозами; лица с большими дозами хронического облучения; пациенты, перенесшие ОЛБ. Все группы наблюдения имели характерные особенности, касающиеся спектра реакций с лектинами.

Степень активации реакции рецептор—лектин имеет верхний предел, обусловленный конечным числом рецепторов, который для некоторых реакций достигается уже при малых дозах облучения. У большинства лиц, перенесших ОЛБ, практически все показатели активности N достигают предельных значений, что свидетельствует о крайне напряженном состоянии мембраны.

Таким образом, у облученных лиц происходит увеличение активности реакции с лектинами в отдаленном периоде, которое может служить индикатором измененного состояния клеточных мембран, связанного с развитием патологических процессов в различных органах и системах.

I. S. Karpova, N. V. Koretskaya

Dependence of the receptor-lectin interaction on radiation mode and dose in Chernobyl accident liquidators

Summary

Lectins from 24 species of medicinal plants have been used in the investigation of blood red cell membranes of liquidators exposed to low and high doses of continual radiation and persons suffered from acute radiation sickness (ARS) due to Chernobyl accident. Significant difference in the intensity of receptor-lectin interactions (integral IN index) between all groups of exposed and control persons has been demonstrated, that correlates with some qualitative and quantitative parameters of ionizing radiation. In each group under study there were also found peculiarities of the reactions with individual lectins, thus evidencing structural and functional changes in the cellular receptors. This reflects some deviations in the physiological status of organism in the late period after the accident.

Г. С. Карпова, Н. В. Корецька

Вплив характеру і дози опромінення на активність реакції рецептор—лектин у ліквідаторів аварії на ЧАЕС

Резюме

Лектини 24 видів лікарських рослин використано як інструмент дослідження стану еритроцитарних мембран у ліквідаторів аварії на ЧАЕС, що зазнали впливу малих та великих доз хронічного опромінення, а також хворих на гостру променевою хворобу. В опроміненіх осіб знайдено вірогідні групові відмінності значень сумарного показника активності реакції рецептор—лектин від контролю, які позитивно корелювали з деякими якісними та кількісними характеристиками іонізуючого опромінення. У кожній з груп спостереження відмічено особливості реакції з індивідуальними лектинами, що може свідчити на користь структурно-функціональних змін рецепторного апарату клітин у відповідь на зміни фізіологічного статусу організму в післяаварійному періоді.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Луцки М. Д. Лектины // Химическая энциклопедия.—М.: Сов. энциклопедия, 1990.—Т. 2.—С. 585—586.
2. Луцки А. Д., Детько Е. С., Луцки М. Д. Лектины в гистохимии.—Львов: Вища школа, 1989.—144 с.
3. Gabius H.-J. Animal lectins // Eur. J. Biochem.—1997.—243, N 1.—P. 543—576.
4. Gabius S., Kayser K., Bovin N. V., Yamazaki N., Kojima N., Kaltner H., Gabius H.-J. Endogenous lectins and neoglycoconjugates: a sweet approach to tumor diagnosis and targeted drug delivery // Eur. J. Pharm. Biopharm.—1996.—42, N 2.—P. 250—261.
5. Гольнская Е. Л., Погорелая Н. Ф., Макаренко В. И. Лектины как возможное фармакологически активное начало у некоторых лекарственных растений. Изучение и применение лектинов. Лектины в биологии и медицине // Уч. записки Тартус. ун-та.—1989.—2, № 870.—С. 212—217.
6. Осьмак А. А., Гольнская Е. Л., Макаренко В. И., Сокирко Л. Р. Лектины лекарственных растений в иммунодиагностике и прогнозировании. Изучение и применение лектинов. Лектины в биологии и медицине // Уч. записки Тартус. ун-та.—1989.—2, № 870.—С. 217—221.
7. Глузман Д. Ф., Бовин Н. В., Абраменко И. В., Склярченко Л. М. Эндогенные лектины клеток иммунной системы и

лимфоидных новообразований // Эксперим. онкология.—1992.—14, № 2.—С. 13—22.

8. Луцки М. Д., Панасюк Е. Н., Антонюк В. А., Луцки А. Д. Методы исследования углеводной специфичности лектинов (методические рекомендации).—Львов, 1983.—20 с.
9. Карпова И. С., Гольнская Е. Л., Корецькая Н. В., Тихонова Т. Н., Пидпала О. В., Михайловская Э. В. Диагностические возможности лектинов лекарственных растений при обследовании лиц, подвергшихся воздействию малых доз радиации в связи с аварией на Чернобыльской АЭС // Докл. АН Украины.—1994.—№ 1.—С. 110—113.
10. Теппермен Дж., Теппермен Х. Физиология обмена веществ и эндокринной системы.—М.: Мир, 1989.—654 с.
11. Яблоков А. В. Атомная мифология. Заметки эколога об атомной индустрии.—М.: Наука, 1997.—272 с.
12. Халывка І. Г. Стан здоров'я осіб, що перенесли гостру променевою хворобу під час катастрофи на Чернобыльській АЕС і заходи по його поліпшенню: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук.—Київ: «Геоінформ», 1996.—43 с.
13. Халывка И. Г., Коваленко А. Н. Состояние здоровья работников ЧАЭС, участвовавших в ликвидации последствий аварии в 1986 г. // Чернобыльская атомная электростанция — Славутич: мед. аспекты / Под ред. В. Г. Бебешко, А. В. Носовского, Д. А. Базыки.—Київ: Вища школа, 1996.—С. 249—254.
14. Golynskaya E. L., Karpova I. S., Koretskaya N. V., Tykhonova T. N., Mykhailovskaya E. V., Khalyavka I. G., Ovsjannikova L. M. Investigation of interaction between lectins and peripheral blood red cells of patients which have been subjected to various doses of irradiation in connection with Chernobyl accident: 17th Int. Lectin Meeting (Wurzberg, Germany) // Eur. J. Cell Biol.—1997.—74, Suppl. 46.—P. 15.
15. Карпова И. С., Корецькая Н. В., Халывка И. Г., Овсянникова Л. М. Реакция гемагглютинации с набором лектинов из лекарственных растений как индикатор физиологического статуса ликвидаторов аварии на ЧАЭС // Междунар. журн. радиац. медицины.—2001.—3, № 1—2.—С. 204—???
16. Овсянникова Л. М., Алехина С. М., Протас А. Ф., Дробинская О. В., Атаманенко О. Н. Состояние окислительного гомеостаза // Чернобыльская атомная электростанция — Славутич: мед. аспекты / Под ред. В. Г. Бебешко, А. В. Носовского, Д. А. Базыки.—Київ: Вища школа, 1996.—С. 231—236.

УДК 612.014.482; -15.322-079
Надійшла до редакції 18.07.01