

УДК 636.2.053:636.085.07+591.147.1

ФОРМИРОВАНИЕ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ТЕЛЯТ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ ^{131}I С КОРМОМ

Е.В.Спирин¹, И.М.Лазарев², И.А.Саранульцев¹

(Представлено академиком Россельхозакадемии Р.М.Алексахиным)

Описан эксперимент с телятами, которым в течение 6 сут с молоком вводили ^{131}I . Активность первой порции ^{131}I составляла 185 МБк (5 мКи) на голову. Активность последующих порций уменьшалась в соответствии с физическим распадом ^{131}I . На 12-й день произошло разрушение щитовидной железы. Поглощенная доза к этому моменту составила 850 Гр. Периоды биологического полувыведения ^{131}I из щитовидной железы и из организма телят были различными и составляли соответственно 10,6 и 4 сут.

После аварии на Чернобыльской АЭС возрос интерес к проблеме поведения ^{131}I в окружающей среде и воздействию его на живые организмы. Уже в первые месяцы после аварии были обнаружены нарушения функции щитовидной железы у сельскохозяйственных животных, выпасавшихся в ближней к ЧАЭС зоне [1]. Для полной оценки опасности воздействия излучения ^{131}I на щитовидную железу сельскохозяйственных животных необходимо знать величины поглощенных доз, приводящих к ее частичному или полному разрушению. В связи с этим был проведен эксперимент на молодняке крупного рогатого скота.

Методика. Телятам 3-месячного возраста ($n=8$) средней живой массой 60 ± 10 кг ежедневно в течение 6 сут с 2 л молока вводили ^{131}I . Активность первой дневной порции составляла 185 МБк (5 мКи) на голову. Активность последующих порций уменьшалась в соответствии с физическим распадом ^{131}I . В течение 25 сут после начала введения ^{131}I (с целью исследования закономерностей метаболизма радионуклидов йода в щитовидной железе и телах животных) в области расположения щитовидной железы и над левой голодной ямкой было проведено измерение мощности экспозиционной дозы с помощью дозиметра ДКС-04. В первые сутки после введения ^{131}I измерения проводили через 20 мин, 1, 2, 4, 6, 9, 12 и 22 ч, в последующем – с интервалом в одни сутки. Значения фоновых измерений в помещении вычитали из показаний дозиметра, находящегося вблизи тела животного.

Результаты и обсуждение. На 12-е сутки после начала эксперимента произошел резкий спад мощности экспозиционной дозы вблизи щитовидной железы (рис.1). Результаты наблюдения за животными и патологоанатомического вскрытия по окончании эксперимента показали, что, вероятно, в этот момент произошло полное или частичное разрушение фолликулов щитовидной железы и выход йодсодержащего коллоида с большей частью активности ^{131}I в кровь из-за высоких поглощенных доз радиации, накопленных к этому моменту. Так, на 7-е сутки после введения радионуклида в области щитовидной железы отмечали отечность, болезненную при пальпации, которая сохранялась в течение 4-6 сут, что свидетельствует о развитии воспалительного процесса – тиреодита. При патологоанатомическом

вскрытии животных в конце периода наблюдений (через 3 года) было отмечено замещение паренхиматозной ткани щитовидной железы соединительной и жировой тканями, то есть произошло практически полное разрушение железы. Такой же резкий спад мощности экспозиционной дозы в области щитовидной железы между 9-и и 10-и сутками наблюдали в эксперименте на овцах [2], в котором ^{131}I вводили однократно с кормом.

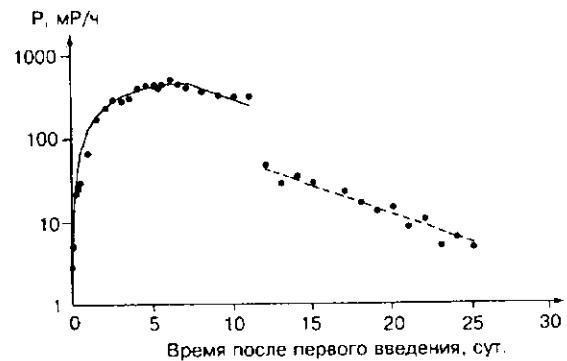


Рис.1. Изменение мощности экспозиционной дозы в области щитовидной железы: • – экспериментальные данные, — расчет до разрушения щитовидной железы, ----- расчет после ее разрушения.

Расчет содержания ^{131}I в щитовидной железе, которое необходимо знать для расчета поглощенной дозы, можно провести с помощью однокамерной модели первого рода, когда считается, что скорость выведения радионуклида пропорциональна содержанию его в камере. В этом представлении изменение активности в щитовидной железе $A(t)$ в период потребления животным загрязненного корма с удельной активностью C_{k0} (Бк/кг) описывается дифференциальным уравнением

$$dA(t)/dt = -\lambda \cdot A(t) + k \cdot C_{k0} \cdot m \cdot e^{-\mu t},$$

где λ – константа выведения ^{131}I из щитовидной железы, сут⁻¹, k – доля ^{131}I , поступающая из корма в щитовидную железу, отн.ед., m – масса потребляемого корма, кг/сут, μ – константа физического распада ^{131}I , сут⁻¹. Изменение активности радионуклидов в щитовидной железе телят после прекращения кормления их загрязненным молоком описывается одноэкспоненциальной кривой с константой выведения λ .

Подбором входных параметров с использованием метода наименьших квадратов экспериментальные результаты прижизненной дозиметрии были

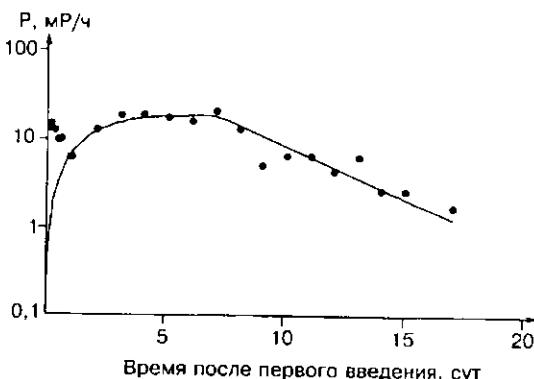


Рис.2. Изменение мощности экспозиционной дозы в области левой голодной ямки: • экспериментальные данные, — расчетные.

описаны теоретической кривой. При этом для щитовидной железы производили независимый поиск входных параметров (период биологического полуыведения ^{131}I и коэффициент пропорциональности между мощностью экспозиционной дозы и удельной активностью радионуклида в щитовидной железе) для двух периодов наблюдения за животными: до разрушения железы и после. Для результатов измерений вблизи левой голодной ямки поиск параметров проводили по всему диапазону наблюдений кроме данных, полученных в течении первых суток, поскольку измерения в этот период фиксируют не только излучение от ^{131}I , перешедшего в мягкие ткани животных, но и движение радионуклидов в желудочно-кишечном тракте (рис.1, 2).

Установлено, что биологический период полуыведения ^{131}I для щитовидной железы составляет 10,6 сут для обоих периодов наблюдения, а для организма в целом – 4 сут. Эти результаты практически совпадают с литературными данными [3]. В связи с тем, что период биологического полуыведения ^{131}I из щитовидной железы для второй фазы наблюдения совпадает с таковым для первой фазы и существенно отличается от периода полуыведения для всего тела, можно предположить частичное, а не полное разрушение щитовидной железы.

Для проверки устойчивости теоретических оценок периода биологического полуыведения ^{131}I из тела телят были проведены расчеты суммы квадратичных отклонений теоретических от экспериментальных данных (рис.3). Видно, что наиболее вероятный диапазон значений $T_{1/2\text{биол}}$ для тела находится

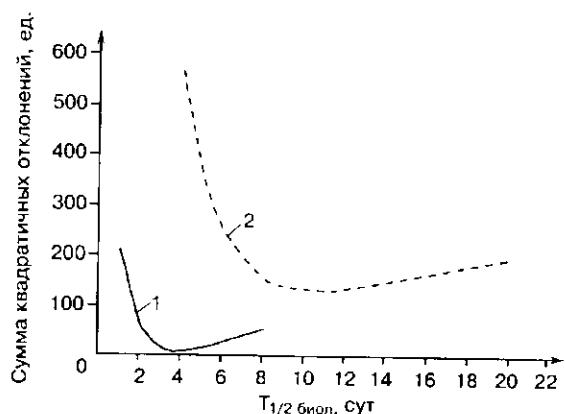


Рис.3. Отличие теоретической модели от экспериментальных данных в зависимости от величины периода биологического полуыведения ^{131}I из щитовидной железы (1) и тела (2) животного.

в пределах от 3 до 6 сут, а для щитовидной железы от 8 до 12 сут. Таким образом, отличие в скорости выведения ^{131}I из всего организма и из щитовидной железы можно считать значимым, а вывод о неполном разрушении щитовидной железы – правильным.

На основе данного эксперимента можно определить только периоды полуыведения ^{131}I из щитовидной железы и всего организма. Для расчета доз облучения щитовидной железы телят предположили, что в нее переходит 30% от всего поступающего в организм ^{131}I [3], а ее масса составляет 3,5 г (0,006% от массы тела [4]). В соответствии с приведенными входными параметрами поглощенная доза, накапленная в щитовидной железе за 11 сут, составила 850 Гр. Доза, при которой происходит разрушение щитовидной железы у овец, по данным работы [2], равна 300 Гр для группы, где содержание стабильного йода в рационе составляло 0,08 мг/кг, и 600 Гр для группы с содержанием стабильного йода в рационе 0,43 мг/кг, что по порядку величины близко к нашим данным.

Литература. 1. Радиоэкологические последствия Чернобыльской аварии / Под ред. И.И.Крышева – М.:ИАЭ им. И.В.Курчатова, 1991. 2. Бураков В.А., Зенкин А.С., Архипов Н.И. и др. // Радиобиология. – 1992, – Т.32. – Вып.3. 3. Сироткин А.Н., Панченко И.Я., Тюменев Л.Н. и др. // В кн. Биологическое действие внешних и внутренних источников радиации / под ред. Ю.И. Москалева, В.С.Калистратовой. – М.: Медицина, 1972. 4. Георгиевский В.И. Практическое руководство по физиологии сельскохозяйственных животных. – М.: Высшая школа, 1976.

¹Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной радиологии и агрэкологии, 249020, Калужская область

²Украинский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной радиологии, 08162, Киев, Украина
Поступила в редакцию 28.05.03

Spirin E.V., Lazarev N.M., Sarapul'tsev I.A. Formation of exposure to the thyroid in calves receiving ^{131}I with feeds

An experiment is described with calves aged 3 month who were administered ^{131}I with milk for 6 days. The activity of the first day ^{131}I portion was 185 MBq (5 mCi) per animal, the activity of subsequent portions was decreasing according to a physical ^{131}I decay. The results of the life-time dosimetry near the thyroid showed that due to high exposure doses the thyroid was destroyed on day 12 after the experiment's beginning. An absorbed dose by that moment amounted to 850 Gy. The half-life periods of ^{131}I biological clearance from the thyroid and the body of calves varied and amounted to 10,6 days and 4 days, respectively.