MIRD Pamphlet No. 15: Radionuclide S Values in a Revised Dosimetric Model of the Adult Head and Brain

Lionel G. Bouchet, Wesley E. Bolch, David A. Weber, Harold L. Atkins and John W. Poston, Sr.

In collaboration with the MIRD Committee: W.E. Bolch (Task Group Leader), A.B. Brill, N.D. Charkes, D.R. Fisher, M.T. Hays, R.W. Howell, J.S. Robertson, J.A. Siegel, S.R. Thomas, E.E. Watson (Chair) and B.W. Wessels

Department of Nuclear and Radiological Engineering, University of Florida, Gainesville, Florida; Department of Radiology, University of California at Davis, Sacramento, California; Department of Radiology, State University of New York, Stony Brook, New York; and Department of Nuclear Engineering, Texas A&M University, College Station, Texas

Current dosimetric models of the brain and head lack the anatomic detail needed to provide the physical data necessary for suborgan brain dosimetry. During the last decade, several new radiopharmaceuticals have been introduced for brain imaging. The marked differences of these tracers in tissue specificity within the brain and their increasing use for diagnostic studies support the need for a more anthropomorphic model of the human brain and head for use in estimating regional absorbed dose within the brain and its adjacent structures. **Methods:** A new brain model has been developed that includes eight subregions: the caudate nuclei, the cerebellum, the cerebral cortex, the lateral ventricles, the lentiform nuclei, the thalami, the third ventricle and the white matter. This brain model is incorporated within a total revision of the head model presented in MIRD Pamphlet No. 5 Revised. Modifications include the addition of the eyes, the teeth, the mandible, an upper facial region, a neck region and the cerebrospinal fluid within both the cranial and spinal regions. **Results:** Absorbed fractions of energy for photon and electron sources located in 14 source regions within the new model were calculated using the EGS4 Monte Carlo radiation transport code for particles in the energy range 10 keV–4 MeV. These absorbed fractions were then used along with radionuclide decay data to generate S values for 24 radionuclides that are used in clinical or investigational studies of the brain, 12 radionuclides that localize within the cranium and spinal skeleton and 12 radionuclides that selectively localize in the thyroid gland. **Conclusion:** A substantial revision to the dosimetric model of the adult head and brain originally published in MIRD Pamphlet No. 5 Revised is presented. This revision supports suborgan brain dosimetry for a variety of radiopharmaceuticals used in neuroimaging. Dose calculations for the neuroimaging agent ^{123}I-tropane provide an example of the new model and yield mean brain doses that are consistent with published values. However, the absorbed dose to subregions within the brain such as the caudate and lentiform nuclei may exceed the average brain dose by a factor of up to 5.

Key Words: brain dosimetry; neuroimaging; suborgan dosimetry; MIRD schema

J Nucl Med 1999; 40:62S–101S

In recent years, the nuclear medicine profession has seen a marked increase in the development and use of radiopharmaceuticals for neuroimaging (*1–5*). The relatively high target specificity of some of these agents and the improved spatial resolution of newer SPECT and PET imaging systems presently allow the direct quantification of activity within intrabrain regions such as the cerebral cortex and basal ganglia (*3*). In estimating the radiation absorbed dose from these agents, conventional models of the head and brain typically allow only the calculation of an average brain dose (*6–9*). A model that explicitly delineates these brain subregions as potential source regions would offer benefits in estimating regional absorbed dose within the brain. Radiopharmaceuticals that may require a more detailed model include the agents used for brain perfusion imaging, such as ^{99m}Tc-hexamethyl-propyleneamine oxime (HMPAO) (*10,11*), ^{99m}Tc-1,1-ethyl cysteinate dimer (ECD) (*10,12,13*) and ^{123}I-N-a-methylethyl-p-iodoamphetamine (IMP) (*10,11,14–16*); cerebral blood flow, such as ^{15}O (*17–23*) and ^{133}Xe (*12,15,24*); tumor localization and/or metabolism, such as ^{201}Tl chloride (*25–27*), ^{99m}Tc-methoxy isobutyl isonitrile (MIBI) (*28,29*), ^{99m}Tc-diethylenetriamine-pentaacetic acid (DTPA) (*30,31*), ^{123}I-methyltyrosine (IMT) (*32–34*), ^{18}F-fluorodeoxyglucose (FDG) (*33,35,36*) and ^{11}C-methylmethionine (*35,37,38*); and neuroreceptor imaging, such as those labeled with ^{11}C (*39,40*), ^{18}F (*41*) or ^{123}I (*41–50*).

The rapid development of these and other brain imaging agents with highly specific targeting capabilities creates an increasing need for detailed calculations of absorbed dose to regions within the brain. The current model recommended by the Medical Internal Radiation Dose (MIRD) Committee is described in MIRD Pamphlet No. 5 Revised (MIRD 5R) (*7*) and is only useful for calculating the mean absorbed dose to the brain as a whole. In this pamphlet, the recent head and brain model of Bouchet et al. (*51*) is adopted with revisions to replace the corresponding model of MIRD 5R. (In this MIRD model, the volume of the thalami has been increased from 6.0 cm^3 to 15.7 cm^3; consequently, the volume of the white matter in the new model is now 639.2 cm^3.) New features within the head include a model for the eyes, an improved facial skeleton, a three-region spine and a distinct neck region. New features within the brain include the thalami, the lentiform nuclei (a composite region of both the putamen and the globus pallidus), the caudate nuclei, the lateral ventricles, the third ventricle, the cerebellum, the white matter and the cerebral cortex. Although it is not exhaustive in its extent, this list of suborgan regions was selected with consideration of current radiopharmaceutical use in brain imaging and of current image quantitation limits. Dimensions of brain subregions were derived from reported volumes in the literature (as noted in the text) supplemented with measurements taken from magnetic resonance images (*52*).

The purpose of this pamphlet is to adopt this new model, present its descriptive equations and provide an example dose calculation. In addition, the mean absorbed dose per unit

Received Apr. 3, 1998; accepted Apr. 4, 1998.

For correspondence contact: Wesley E. Bolch, PhD, Department of Nuclear and Radiological Engineering, University of Florida, Gainesville, FL 32611-8300.

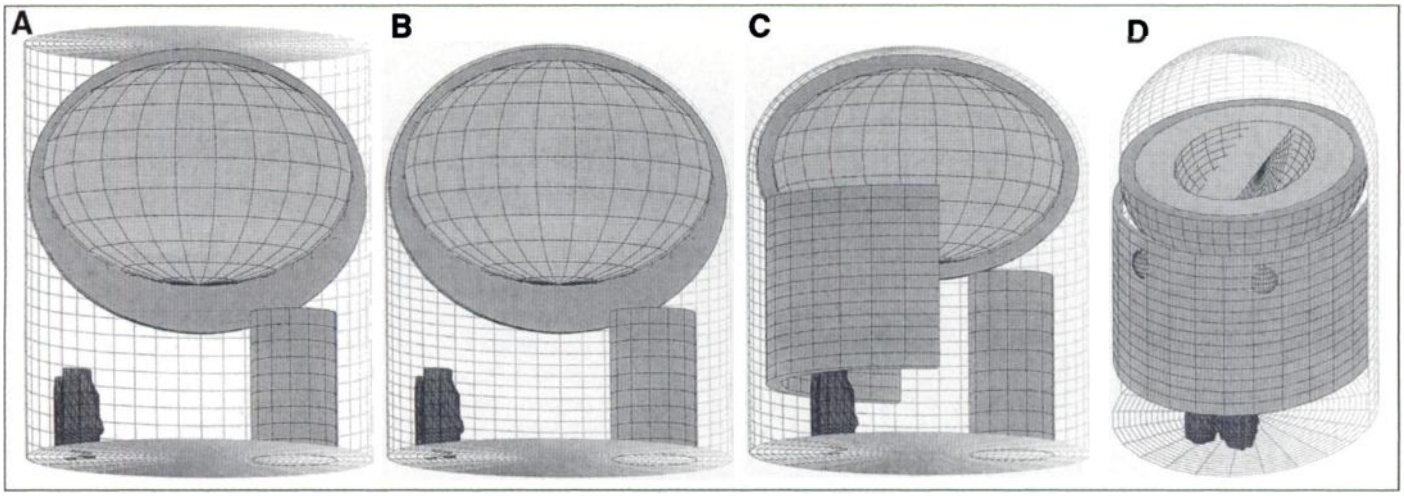

FIGURE 1. Schematic diagrams of previously published mathematical models of the adult head and brain. (A) The model of MIRD 5 (*6*). (B) The model of MIRD 5R (*7*). (C) The model of Cristy and Eckerman (*8,9*). (D) The model of Eckerman, et al. (*61*).

cumulated activity (S value) is tabulated using the new model for several beta- and positron-emitting radionuclides used in SPECT and PET for different source–target configurations.

REVIEW OF PREVIOUSLY PUBLISHED HEAD AND BRAIN MODELS

The first standardized model of the head and brain for use in internal dose assessment appeared in 1969 with the publication of MIRD Pamphlet No. 5 (MIRD 5) (*6*). In this report, the brain was modeled as a single ellipsoid of soft tissue with a volume of 1470 cm^3. The head and neck regions were represented as a truncated elliptical cylinder enclosing the skull, the brain, the spine and the thyroid. The skull was represented by the volume between two nonconcentric ellipsoids with a total volume of 846.6 cm^3. The spine was represented as an elliptical cylinder, and its volume within the head region was 133.5 cm^3. The lobes of the thyroid were located between two concentric cylinders cut by a fourth-degree surface, giving the organ a total volume of 19.9 cm^3. A three-dimensional representation of this head model is shown in Figure 1A. The adult anthropomorphic model of MIRD 5 was used in conjunction with the Monte Carlo photon transport code ALGAM to estimate absorbed fractions of energy from internal sources of photons. Here, photon absorbed fractions were tabulated for two source regions in the head (brain and thyroid) and for three target regions (skull, spine and thyroid).

In 1978, a revision to MIRD 5 (*7*) was published, based on considerable changes made to the anthropomorphic model, to improve the dosimetric information (e.g., inclusion of walls within the gastrointestinal tract) and to better match the information published on Reference Man in the International Commission on Radiological Protections (ICRP) Publication 23 (*53*). Few changes were made to the head region of MIRD 5R (*7*). The revised head region was represented by a right elliptical cylinder topped by one half of an ellipsoid, changing its volume from 5278 cm^3 to 4655 cm^3 (see Fig. 1B). Reported values of photon-specific absorbed fractions listed the brain as neither a source nor a target region.

During the late 1960s and early 1970s, pediatric versions of the MIRD 5 anthropomorphic models were additionally developed at the Oak Ridge National Laboratory (ORNL) by Poston and colleagues (*54–57*). This work was performed not only to assess radiation dose from internal sources but also to assess radiation doses from external diagnostic X-rays (*58–60*). The geometric models of the head and brain were based upon the adult model published in MIRD 5 and MIRD 5R.

In 1980, Cristy (*8*) developed six mathematical anthropomorphic models representing children of various ages, which were extensions of the earlier ORNL models (a newborn, a 1-yr-old, a 5-yr-old, a 10-yr-old, a 15-yr-old and an adult male) (*8*). The 15-yr-old model also represented the adult female. In this mathematical model series, the adult male was constructed as a modification to the MIRD 5R model (*7*). For the head region, the largest change was made for the skull: it was redesigned to include a separate cranium and facial skeleton region. The cranium was redefined as the volume between two concentric ellipsoids for a total volume of 618 cm^3 in the adult model. A facial skeleton was added as the volume between two concentric elliptical cylinders, excluding the region intersecting the cranium and the brain, giving it a total volume of 305 cm^3 in the adult model. To accommodate the new skull design, the volume of the head region was increased to a total volume to 5430 cm^3. The spine was kept in the same shape and position as in the MIRD 5R model, but its volume within the head region was also increased to 165.6 cm^3 because its upper limit of extension into the head is determined by the positioning of the skull. To fit within the revised skull region, the brain was also changed and is now represented as a single ellipsoid with a smaller volume of 1370 cm^3. The thyroid was retained in its same shape and volume, but the organ was moved 2 cm deeper into the neck region. A three-dimensional representation of this model is shown in Figure 1C. In 1987, calculations of photon-specific absorbed fractions were published by Cristy and Eckerman (*9*) for this series of anthropomorphic models and for internal photon sources that are assumed to be distributed uniformly within the source organs. Here, the brain and thyroid were considered both source and target regions.

A separate study was performed by Eckerman et al. (*61*) in 1980 in which a differentiation between the white and gray matter was made to the Cristy brain model. A gray matter region was added, defined as an ellipsoidal shell with a slab dividing the brain into two hemispheres. This gray region was considered to contain a mixture of both white and gray brain matter. The volume of the gray region was 1178 cm^3, with 669 cm^3 assigned to gray matter and 509 cm^3 assigned to white matter. The remaining brain volume was taken as white matter, giving a total white matter volume of 691 cm^3. The eyes were also represented in this model by two spheres, each with a

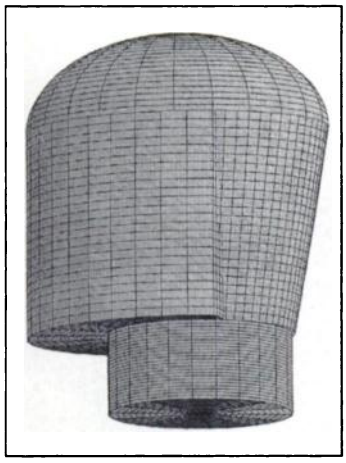

FIGURE 2. Exterior features of the new MIRD head and brain model of the adult.

volume of 7.24 cm^3. Each eye was surrounded by a spherical socket. The pituitary gland was also modeled as an ellipsoidally shaped gland that lies in a small depression in the sphenoid bone at the undersurface of the cerebrum (gray matter). The skull and facial skeleton were unchanged from the 1980 Cristy model. Figure 1D shows a three-dimensional representation of this model. The model was used to calculate specific absorbed fractions of energy for 12 photon energies, ranging from 10 keV to 4 MeV, with uniformly distributed sources in the white matter, gray matter and whole brain. These regions, in addition to the eyes and pituitary gland, were taken as target regions. S values were calculated for seven radionuclides: ^{11}C, ^{13}N, ^{15}O, ^{18}F, ^{75}Se, ^{99m}Tc and ^{123}I.

MATHEMATICAL DESCRIPTION OF THE NEW HEAD AND BRAIN MODEL

The mathematical model described below represents a complete revision to the MIRD 5R model of the head and brain (*7,51,62*). In the results reported here, this new head model was positioned on top of the 70-cm tall trunk region of the MIRD 5R anthropomorphic model, with no delineation of its internal organs (thus serving as a source of photon scatter only). The model is assumed to be erect and oriented in a Cartesian coordinate system, with the origin taken as the center of the base of the trunk, the positive x-axis directed to the model's left, the positive y-axis toward the model's back, and the positive-z axis upwards through the model's head. All the equations given below are within this coordinate system; all numbers given in the descriptive equations are in units of cm unless otherwise noted.

Description of the Shape of the Head

The head region is divided into four regions: the neck, the top of the head, the face and the back of the head (see Fig. 2). These four regions are separated by two horizontal planes ($z = 75.0$ and $z = 88.0$) and one vertical plane normal to the y-axis ($y = 4.80$). The face and the back of the head are located between the two horizontal planes and are separated by the vertical plane. The neck is located below the lower horizontal plane, and the top of the skull is located above the upper horizontal plane. The total volume of the head, including the skin region, is 4564.9 cm^3. The equations defining the shape of the head are given below.

The face is a vertical elliptical cylinder cut by three planes:

$$\left(\frac{x}{7.74}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.80}\right)^2 \le 1, \quad \text{with} \qquad \text{Eq. 1}$$

$$75.2 \le z \le 88.0 \text{ and } y \le 4.80. \qquad \text{Eq. 2}$$

TABLE 1
Volumes of Regions Defined Within the New MIRD Head and Brain Model

Region	Volume (cm^3)
Brain (total)	1467.6
Caudate nuclei	10.5
Cerebellum	139.1
Cerebral cortex	622.4
Cranium	364.6
Cranial CSF	56.9
Eyes	15.2
Head (including the skin)	4564.9
Lateral ventricles	20.1
Lentiform nuclei	19.4
Mandible	170.5
Skin	280.1
Spinal cord	6.8
Spinal CSF	14.9
Spinal skeleton	111.8
Teeth	31.2
Thalami	15.7
Third ventricle	1.2
Thyroid	19.9
Upper face region	265.5
White matter	639.2

The top of the head is represented by half of an ellipsoid:

$$\left(\frac{x}{7.74}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.80}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{5.80}\right)^2 \le 1 \text{ with } z \ge 88.0. \qquad \text{Eq. 3}$$

The neck is represented by a circular cylinder cut by two planes:

$$x^2 + (y - 1.20)^2 \le 5.81^2 \text{ with } 70.0 \le z \le 75.2. \qquad \text{Eq. 4}$$

The back of the head is an elliptical cone cut by three planes. The center y_1 of the elliptical sections and the two semi-axes a_1 and b_1 vary along the z-axis so that the upper and lower limits coincide, respectively, with the ellipse of the top of the cranium and with the circular outline of the neck. Consequently, the expressions for a_1, b_1 and y_1 are given as:

$$\left(\frac{x}{a_1}\right)^2 + \left(\frac{y - y_1}{b_1}\right)^2 \le 1, \qquad \text{Eq. 5}$$

$$75.2 \le z \le 88.0 \text{ and } y \ge 4.80, \text{ where} \qquad \text{Eq. 6}$$

$$a_1 = \frac{7.74 - 5.81}{88.0 - 75.2}(z - 75.2) + 5.81, \qquad \text{Eq. 7}$$

$$b_1 = \frac{9.80 - 5.81}{88.0 - 75.2}(z - 75.2) + 5.81, \text{ and} \qquad \text{Eq. 8}$$

$$y_1 = \frac{1.20}{88.0 - 75.2}(88.0 - z). \qquad \text{Eq. 9}$$

There are 21 subregions located within the head and neck. Five of these are skeletal regions (cranium, mandible, spinal skeleton, teeth and upper face region), whereas the remaining regions are composed of soft tissue. Table 1 lists all regions within the model along with their respective volumes. Table 2 gives the atomic composition of both tissue types, taken from Ref. (*9*). The density of the skeletal regions is noted to be 1.4 $g \cdot cm^{-3}$ as it represents a homogenized mixture of both bone matrix and bone marrow.

TABLE 2
Elemental Composition of the Soft Tissue and Skeletal Tissue Regions

Element	Percent by weight	
	Soft tissue	Skeletal tissue
H	10.454	7.337
C	22.663	25.475
N	2.490	3.057
O	63.525	47.893
F	0.000	0.025
Na	0.112	0.326
Mg	0.013	0.112
Si	0.030	0.002
P	0.134	5.095
S	0.204	0.173
Cl	0.133	0.143
K	0.208	0.153
Ca	0.024	10.190
Fe	0.005	0.008
Zn	0.003	0.005
Rb	0.001	0.002
Sr	0.000	0.003
Zr	0.001	0.000
Pb	0.000	0.001
Density	1.04 g · cm^{-3}	1.4 g · cm^{-3}

Data from Ref. (*9*).

Description of the Skin of the Head

The skin is defined as a 0.2-cm layer of soft tissue surrounding the entire head and neck excluding the surface connecting the neck to the trunk. The total volume of the skin is 280.1 cm^3, with 243.0 cm^3 for the head region and 37.1 cm^3 for the neck. The following equations define the outer and inner layers of the skin regions: The skin of the face:

$$\left(\frac{x}{7.94}\right)^2 + \left(\frac{y}{10.0}\right)^2 \le 1 \text{ and } y \le 5.00 \text{ for } 75.0 \le z \le 88.0, \quad \text{Eq. 10}$$

$$\left(\frac{x}{7.74}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.80}\right)^2 \ge 1 \text{ for } 75.2 \le z \le 88.0, \quad \text{Eq. 11}$$

$$x^2 + (y - 1.20)^2 \ge 5.81^2 \text{ for } 75.0 \le z \le 75.2. \quad \text{Eq. 12}$$

The skin of the top of the head:

$$\left(\frac{x}{7.94}\right)^2 + \left(\frac{y}{10.0}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{6.00}\right)^2 \le 1, \quad \text{Eq. 13}$$

$$\left(\frac{x}{7.74}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.80}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{5.80}\right)^2 \ge 1, \text{ and } z \ge 88.0. \quad \text{Eq. 14}$$

The skin of the neck:

$$x^2 + (y - 1.20)^2 \le 6.01^2, \quad \text{Eq. 15}$$

$$x^2 + (y - 1.20)^2 \ge 5.81^2, \text{ and } 70.0 \le z \le 75.0. \quad \text{Eq. 16}$$

The skin of the back of the head:

$$\left(\frac{x}{a_1 + 0.20}\right)^2 + \left(\frac{y - y_1}{b_1 + 0.20}\right)^2 \le 1, \quad \text{Eq. 17}$$

$$\left(\frac{x}{a_1}\right)^2 + \left(\frac{y - y_1}{b_1}\right)^2 \ge 1, \quad \text{Eq. 18}$$

$$75.0 \le z \le 88.0 \text{ and } y \ge 5.00, \quad \text{Eq. 19}$$

where a_1, b_1 and y_1 are defined by Equations 7–9. In two instances, however, the effective skin thickness becomes <0.2 cm due to region overlap with the eyes and the bottom ellipsoid of the cranium (described below).

Description of the Skeletal Regions

The Cranium. The cranium is taken as the volume between two pairs of concentric ellipsoids with the bottom pair cut by two inclined planes. A distance of 0.63 cm separates the internal surface from the external surface in directions normal to the cranial surface. The equations representing the cranium are:

For the inner surface:

$$\left(\frac{x}{7.21}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.27}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{5.27}\right)^2 \ge 1, \text{ and } z \ge 88.0, \quad \text{Eq. 20}$$

$$\left(\frac{x}{7.21}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.27}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{6.37}\right)^2 \ge 1, \text{ and } z \le 88.0, \quad \text{Eq. 21}$$

$$z \le 88.0 - 6.37\left(1 + \frac{y}{9.27}\right) \text{ if } z \le 88.0 \text{ and } y \le 0.0, \quad \text{Eq. 22}$$

$$z \ge 88.0 - 6.37\left(1 + \frac{y}{9.27}\right) \text{ otherwise.} \quad \text{Eq. 23}$$

For the outer surface:

$$\left(\frac{x}{7.74}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.80}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{5.80}\right)^2 \le 1, \text{ and } z \ge 88.0, \quad \text{Eq. 24}$$

$$\left(\frac{x}{7.74}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.80}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{6.90}\right)^2 \le 1, \text{ and } z \le 88.0, \quad \text{Eq. 25}$$

$$z \ge 88.0 - 6.90\left(1 + \frac{y}{9.80}\right). \quad \text{Eq. 26}$$

The cranium has a volume of 364.6 cm^3 and is shown in Figure 3, upper left. Interior to the cranium is the subarachnoid space, containing the cerebrospinal fluid (CSF) and the brain itself with its subregions.

The Teeth. This region is represented by the volume between two concentric elliptical cylinders cut by three planes: two horizontal planes that define the boundaries of the upper face and the front part of the mandible, and one vertical plane that defines the back portion of the mandible. This region is shown in the lower left corner of Figure 3. The total volume of the teeth is 31.2 cm^3. The equations for this region are:

$$\left(\frac{x}{4.60}\right)^2 + \left(\frac{y + 4.05}{5.20}\right)^2 \le 1, \quad \text{Eq. 27}$$

$$\left(\frac{x}{3.44}\right)^2 + \left(\frac{y + 4.05}{4.70}\right)^2 \ge 1, \quad \text{Eq. 28}$$

$$77.4 \le z \le 80.0, \text{ and } y \le -4.05. \quad \text{Eq. 29}$$

The Mandible. The mandible is modeled as the volume between three elliptical cylinders, two with the same center and one with a different center. These cylinders are cut by three

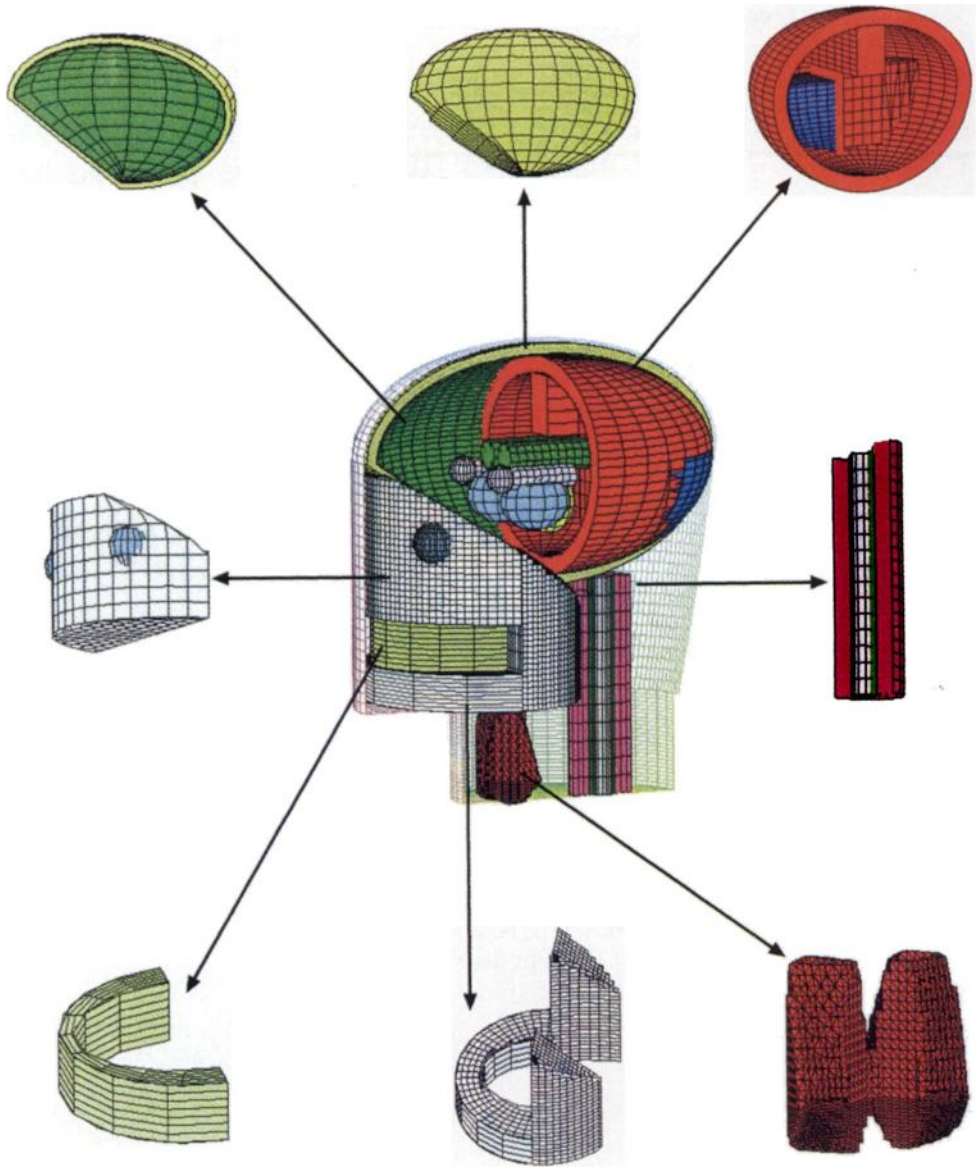

FIGURE 3. Interior features of the new MIRD head and brain model of the adult. Eight components of the model are also shown, which include (Upper Middle) an exterior view of the cranium; (Upper Left) an interior view of the cranium (brain excluded); (Center Left) the upper facial region and eyes; (Lower Left) the teeth; (Lower Middle) the mandible; (Lower Right) the thyroid; (Center Right) the three-region spine; and (Upper Right) the cerebral cortex (red) and cerebellum (blue).

planes: one inclined plane, one horizontal plane and one vertical plane. The top inclined plane corresponds to the cutting plane of the cranium, and the vertical plane corresponds to the vertical plane of the teeth and the upper face region. The mandible is shown in the bottom center of Figure 3. Its total volume is 170.5 cm^3, and it is defined by the following equations:

For the front region:

$$\left(\frac{x}{6.40}\right)^2 + \left(\frac{y + 4.05}{5.45}\right)^2 \leq 1, \qquad \text{Eq. 30}$$

$$\left(\frac{x}{3.40}\right)^2 + \left(\frac{y + 4.05}{3.86}\right)^2 \geq 1, \qquad \text{Eq. 31}$$

$$75.5 \leq z \leq 77.4 \text{ and } y \leq -4.05. \qquad \text{Eq. 32}$$

For the back region:

$$\left(\frac{x}{6.40}\right)^2 + \left(\frac{y + 4.05}{5.45}\right)^2 \leq 1, \qquad \text{Eq. 33}$$

$$\left(\frac{x}{4.20}\right)^2 + \left(\frac{y}{7.80}\right)^2 \geq 1, \qquad \text{Eq. 34}$$

$$75.5 \leq z \leq 88.0 - 6.90\left(1 + \frac{y}{9.80}\right), \qquad \text{Eq. 35}$$

$$\text{and } -4.05 \leq y \leq 0.00. \qquad \text{Eq. 36}$$

The Upper Face Region. The upper face region (approximating the maxilla and zygomatic bone) is defined as an elliptical cylinder cut by an inclined plane that coincides with the cutting plane of the cranium. It is bounded by the mandible on the back and by the upper plane of the teeth below. The total volume is 265.5 cm^3, excluding the regions occupied by the eyes. The upper face region, along with the eyes, is shown in Figure 3, center left. The upper face region is defined by the following equations:

$$\left(\frac{x}{6.93}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.60}\right)^2 \leq 1, \qquad \text{Eq. 37}$$

$$80.0 \leq z \leq 88.0 - 6.90\left(1 + \frac{y}{9.80}\right), \text{ and } y \leq -4.05. \qquad \text{Eq. 38}$$

Description of the Regions of the Spine

The model taken for the cervical spine within the neck and head incorporates ideas developed by Johansson and Nosslin (*63*). The spine in this model is represented by an elliptical cylinder bounded by the cranium. Two concentric elliptical cylinders further define the spinal cord and the spinal CSF, both assumed to be composed of soft tissue. The spinal skeleton itself is a region of skeletal tissue as defined in Table 2.
The equations for the spinal skeleton are:

$$\left(\frac{x}{2.17}\right)^2 + \left(\frac{y - 3.41}{1.67}\right)^2 \le 1, \quad \text{Eq. 39}$$

$$\left(\frac{x}{0.77}\right)^2 + \left(\frac{y - 3.41}{0.77}\right)^2 \ge 1, \quad \text{Eq. 40}$$

$$\left(\frac{x}{7.74}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.80}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{6.90}\right)^2 \ge 1, \text{ and } z \ge 70.0. \quad \text{Eq. 41}$$

The equations for the spinal CSF are:

$$\left(\frac{x}{0.77}\right)^2 + \left(\frac{y - 3.41}{0.77}\right)^2 \le 1, \quad \text{Eq. 42}$$

$$\left(\frac{x}{0.43}\right)^2 + \left(\frac{y - 3.41}{0.43}\right)^2 \ge 1, \quad \text{Eq. 43}$$

$$\left(\frac{x}{7.74}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.80}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{6.90}\right)^2 \ge 1, \text{ and } z \ge 70.0. \quad \text{Eq. 44}$$

The equations for the spinal cord are:

$$\left(\frac{x}{0.43}\right)^2 + \left(\frac{y - 3.41}{0.43}\right)^2 \le 1, \quad \text{Eq. 45}$$

$$\left(\frac{x}{7.74}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.80}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{6.90}\right)^2 \ge 1, \text{ and } z \ge 70.0. \quad \text{Eq. 46}$$

The total volume of the spinal region is 133.5 cm^3, with 111.8 cm^3 for the spinal skeleton, 6.8 cm^3 for the spinal cord and 14.9 cm^3 for the spinal CSF. These regions are shown in Figure 3, Center Right, with the spinal skeleton shown in magenta, the spinal CSF in green and the spinal cord in pink.

Description of the Soft Tissue Regions (Excluding Brain)

The Cerebral Spinal Fluid Within the Cranial Region. This region is a thin layer (0.09 cm) located between the cranium and the brain, in the subarachnoid space. It has the same shape as the cranium and a volume of 56.9 cm^3. The equations that define this region are:
For the inner surface:

$$\left(\frac{x}{7.12}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.18}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{5.18}\right)^2 \ge 1, \text{ and } z \ge 88.0, \quad \text{Eq. 47}$$

$$\left(\frac{x}{7.12}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.18}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{6.28}\right)^2 \ge 1, \text{ and } z \le 88.0, \quad \text{Eq. 48}$$

$$z \le 88.0 - 6.28\left(1 + \frac{y}{9.18}\right) \text{ if } z \le 88.0 \text{ and } y \le 0.0, \quad \text{Eq. 49}$$

$$z \ge 88.0 - 6.28\left(1 + \frac{y}{9.18}\right) \text{ otherwise.} \quad \text{Eq. 50}$$

For the outer surface:

$$\left(\frac{x}{7.21}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.27}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{5.27}\right)^2 \le 1, \text{ and } z \ge 88.0, \quad \text{Eq. 51}$$

$$\left(\frac{x}{7.21}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.27}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{6.37}\right)^2 \le 1, \text{ and } z \le 88.0, \quad \text{Eq. 52}$$

$$z \ge 88.0 - 6.37\left(1 + \frac{y}{9.27}\right). \quad \text{Eq. 53}$$

The Eyes. Both eyes are modeled as spheres. They are located in the upper face region with a portion of each inside the skin. Their total volume is 15.2 cm^3. The equations for the eyes are:

$$(x \pm 3.40)^2 + (y + 7.50)^2 + (z - 84.2)^2 \le 1.22^2. \quad \text{Eq. 54}$$

The Thyroid. The thyroid is located in the neck, in front of the spinal region, and is composed of two lobes. These two lobes are represented as the volumes between two concentric cylinders cut by a fourth-degree surface, two horizontal planes and one vertical plane. The fourth-degree surface is symmetrical between the left and the right lobes, and is different between the upper part and the lower part. Hence, the thyroid is divided into four regions that are limited by a horizontal plane ($y = -1.09$ and the plane $x = 0.00$). The total volume of the thyroid is 19.9 cm^3. This organ is shown in Figure 3, Lower Right. The equations defining the thyroid are:

For the upper part:

$$x^2 + (y + 1.09)^2 \le 2.20^2, \quad \text{Eq. 55}$$

$$x^2 + (y + 1.09)^2 \ge 1.00^2, \quad \text{Eq. 56}$$

$$((y + 1.09) - |x|)^2 \ge 2(x^2 + (y + 1.09)^2)\tau^2, \quad \text{Eq. 57}$$

$$70.0 + \tfrac{1}{4}(75.0 - 70.0) \le z \le 75.0, \text{ and } y \le -1.09, \text{ with} \quad \text{Eq. 58}$$

$$\tau = \frac{2 - \sqrt{2}}{\frac{3}{2}(75.0 - 70.0)}(z - 70.0) + \frac{2\sqrt{2} - 1}{3}. \quad \text{Eq. 59}$$

For the lower part:

$$x^2 + (y + 1.09)^2 \le 2.20^2, \quad \text{Eq. 60}$$

$$x^2 + (y + 1.09)^2 \ge 1.00^2, \quad \text{Eq. 61}$$

$$((y + 1.09) - |x|)^2 \ge 2(x^2 + (y + 1.09)^2)\tau^2, \quad \text{Eq. 62}$$

$$70.0 \le z \le 70.0 + \tfrac{1}{4}(75.0 - 70.0), \text{ and } y \le -1.09, \text{ with} \quad \text{Eq. 63}$$

$$\tau = \frac{\sqrt{2} - 2}{\frac{1}{2}(75.0 - 70.0)}(z - 70.0) + 1. \quad \text{Eq. 64}$$

Description of the Brain and Its Subregions

The brain is located inside the cranium as described earlier and is surrounded by the CSF within the subarachnoid space. The total volume of the brain is 1467.6 cm^3. The brain is formed by eight regions: the caudate nuclei, the cerebellum, the

cerebral cortex, the lateral ventricles, the lentiform nuclei, the thalami, the third ventricle and the white matter. Dimensions of these regions have been derived from reported volumes in the literature as discussed below, in addition to measurements taken from magnetic resonance images (*52*).

The Cerebral Cortex. The cerebral cortex is defined by two half ellipsoids. The bottom ellipsoid is cut by both an inclined plane and by a vertical plane. The top ellipsoid is not cut. The region has a 1-cm thickness all around, and at its center, it extends inside the brain in a parallelepiped that is 2 cm thick (representing the cortex bordering the longitudinal cerebral fissure). A wedged cut is made on the back portion of the lower ellipsoid for location of the cerebellum. A 1-cm thickness also covers the two interior plane regions of the cerebellum. The volume of the cerebral cortex is 622.4 cm^3. Blinkov and Glezer (*64*) report that the ratio of the volume of the cerebral cortex to the volume of the brain is ~44%. The ratio of volumes in the current model is 42%. The equations defining the cerebral cortex are given below.

For the outer surface:

$$\left(\frac{x}{7.12}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.18}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{5.18}\right)^2 \leq 1 \text{ when } z \geq 88.0, \quad \text{Eq. 65}$$

$$\left(\frac{x}{7.12}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.18}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{6.28}\right)^2 \leq 1 \text{ when } z \leq 88.0, \quad \text{Eq. 66}$$

$$y \leq 4.50 \text{ when } z \leq 88.0, \quad \text{Eq. 67}$$

$$z \geq 88.0 - 6.28\left(1 + \frac{y}{9.18}\right). \quad \text{Eq. 68}$$

For the inner surface:

When $z \geq 89.0$:

$$\left(\frac{x}{6.12}\right)^2 + \left(\frac{y}{8.18}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{4.18}\right)^2 \geq 1 \text{ if } |x| \geq 1.00. \quad \text{Eq. 69}$$

When $88.0 \leq z \leq 89.0$:

$$\left(\frac{x}{6.12}\right)^2 + \left(\frac{y}{8.18}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{4.18}\right)^2 \geq 1 \text{ and } y \leq 3.50. \quad \text{Eq. 70}$$

When $z \leq 88.0$:

$$\left(\frac{x}{6.12}\right)^2 + \left(\frac{y}{8.18}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{5.28}\right)^2 \geq 1, \quad \text{Eq. 71}$$

$$y \leq 3.50, \quad \text{Eq. 72}$$

$$z \leq 88.0 - 5.28\left(1 + \frac{y}{8.18}\right) \text{ if } y \leq 0.0, \quad \text{Eq. 73}$$

$$z \geq 88.0 - 5.28\left(1 + \frac{y}{8.18}\right) \text{ otherwise.} \quad \text{Eq. 74}$$

The Cerebellum. The cerebellum is located on the back of the brain. It is defined by an ellipsoid cut by one vertical plane and one horizontal plane. The two planes correspond to the layers of cerebral cortex covering the cerebellum. The volume of the cerebellum is 139.1 cm^3. ICRP Publication 23 (*53*) states that the cerebellum comprises ~10% of the total volume of the brain, and in this model, it comprises ~9.5%. The region is defined by the following equations:

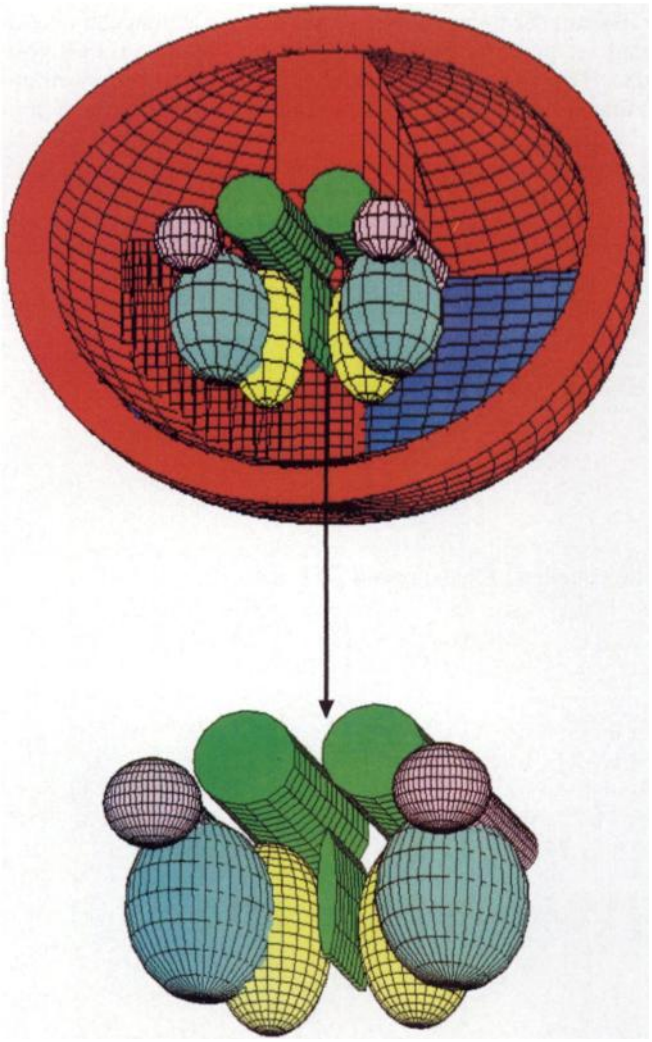

FIGURE 4. Interior features of the new MIRD brain model (coronal section viewing the posterior region of the brain). The subregions modeled include the cerebral cortex (red), the cerebellum (dark blue), the thalami (light blue), the ventricles (green), caudate nuclei (pink) and the lentiform nuclei (yellow). To view the cerebellum, a coronal slice through the cerebral cortex was made, and the layer of cerebral cortex covering the cerebellum has been removed.

$$\left(\frac{x}{7.12}\right)^2 + \left(\frac{y}{9.18}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{6.28}\right)^2 \leq 1, \quad \text{Eq. 75}$$

$$z \leq 88.0, \text{ and } y \geq 4.50. \quad \text{Eq. 76}$$

Figure 4 shows the cerebral cortex and the cerebellum, along with other brain structures defined below. To view the cerebellum, a coronal slice through the cerebral cortex is made, and the layer of cerebral cortex covering the cerebellum has been removed.

The Thalami. The thalami are represented by two ellipsoids, one in the right hemisphere and one in the left hemisphere. Their total volume is 15.7 cm^3, with each thalamus occupying 7.85 cm^3. These values are consistent with recent magnetic resonance imaging measurements on 33 normal individuals (Collins L, Evans A, *personal communication*). Their defining equation is:

$$\left(\frac{x \pm 1.15}{0.90}\right)^2 + \left(\frac{y}{1.30}\right)^2 + \left(\frac{z - 85.6}{1.60}\right)^2 \leq 1. \quad \text{Eq. 77}$$

The Third Ventricle. Located between the two thalami is the third ventricle. It is represented by an elliptical cylinder parallel to the y-axis, centered at y = 0.00, with a length of 2.40 cm and a volume of 1.2 cm^3. The region is longer in the z-direction than in the x-direction. It is defined by the equations:

$$\left(\frac{x}{0.15}\right)^2 + \left(\frac{z - 86.0}{1.10}\right)^2 \leq 1 \text{ and } -1.20 \leq y \leq 1.20. \quad \text{Eq. 78}$$

The Lateral Ventricles. The lateral ventricles are modeled as two symmetrical cylinders centered at y = 0.0, with a length of 5.00 cm, thus giving each a volume of 10.05 cm^3. They are located just below the internal portion (longitudinal fissure) of the cerebral cortex. Their defining equations are:

$$\left(\frac{x \pm 1.00}{0.80}\right)^2 + \left(\frac{z - 88.0}{0.80}\right)^2 \leq 1 \text{ and } -2.50 \leq y \leq 2.50. \quad \text{Eq. 79}$$

The total volume for the ventricles (lateral ventricles plus the third ventricle) of the brain is 21.3 cm^3. Tompsett and Last (*65*) report that 1.6% of the total brain volume is occupied by the ventricles, thus giving a volume of 21.3 cm^3 using the 1467.6-cm^3 volume of the current brain model.

The Caudate Nuclei. The bodies of the caudate nuclei are represented by two symmetrical cylinders. Each cylinder is then capped on one side by a sphere representing the head of the caudate nucleus. The total volume of the caudate nuclei is 10.5 cm^3. Harman and Carpenter (*66*) report a total volume of 10.5 cm^3. In a single hemisphere, one caudate nucleus is located between one lateral ventricle and one lentiform nucleus. The equations for the caudate nuclei are given below.
For the body of the caudate nuclei:

$$\left(\frac{x \pm 2.25}{0.57}\right)^2 + \left(\frac{z - 87.1}{0.57}\right)^2 \leq 1 \text{ and } -2.80 \leq y \leq 0.75. \quad \text{Eq. 80}$$

For the head of the caudate nuclei:

$$\left(\frac{x \pm 2.25}{0.75}\right)^2 + \left(\frac{y - y_0}{0.75}\right)^2 + \left(\frac{z - 87.1}{0.75}\right)^2 \leq 1 \text{ and } y \leq -2.80, \text{ with} \quad \text{Eq. 81}$$

$$y_0 = -2.80 - \sqrt{0.75^2 - 0.57^2}. \quad \text{Eq. 82}$$

The Lentiform Nuclei. Surrounding the outside portion of each thalamus and the bottom part of each caudate nucleus are two elliptical shapes representing the lentiform nuclei defined as the combination of the putamen and the globus pallidus. These elliptical shapes are cut by the intersecting volumes of the caudate nucleus and thalamus in their respective hemispheres. The total volume of both lentiform nuclei is 19.4 cm^3. Harman and Carpenter (*66*) report a total volume of 19.3 cm^3 (13.4 cm^3 for the putamen and 5.9 cm^3 for the globus pallidus). The equations for this region are given below.

$$\left(\frac{x \pm 1.95}{1.13}\right)^2 + \left(\frac{y + 1.20}{1.90}\right)^2 + \left(\frac{z - 85.8}{1.50}\right)^2 \leq 1, \quad \text{Eq. 83}$$

$$\left(\frac{x \pm 1.15}{0.90}\right)^2 + \left(\frac{y}{1.30}\right)^2 + \left(\frac{z - 85.6}{1.60}\right)^2 \geq 1, \text{ and} \quad \text{Eq. 84}$$

$$\left(\frac{x \pm 2.25}{0.57}\right)^2 + \left(\frac{z - 87.1}{0.57}\right)^2 \geq 1 \text{ when } -2.80 \leq y \leq 0.75. \quad \text{Eq. 85}$$

The white matter. The white matter is considered the remainder tissue interior to the cranium (i.e., all tissue regions within the brain that have not been defined previously). The total volume of the white matter region is 639.2 cm^3.

Figure 4 shows an interior view of the brain including the cerebellum and the cerebral cortex. The ventricles, caudate nuclei, thalami and lentiform nuclei are shown in the lower portion of the figure. Their incorporation within the entire head model was shown in Figure 3.

RADIATION TRANSPORT CALCULATIONS

All the regions of the head and brain model defined above were incorporated into the Monte Carlo radiation transport code EGS4 (*67,68*). To allow for photon backscatter, the trunk region defined in the MIRD 5R anthropomorphic model was also added as a single soft-tissue region positioned below the revised head model. The EGS4 computer code is a general-purpose package for the Monte Carlo simulation of the coupled transport of electrons and photons in an arbitrary geometry for particles with energies above a few keV up to several TeV. The EGS4 code contains a package of subroutines plus block data with a flexible user interface. The use of EGS4 code requires the user to specify the following information:

1. The physical characteristics of the incident particles (type, energy, location and direction);
2. The target regions in which particle transport will be simulated (type of medium, equations describing the region boundaries);
3. The energy cut-off values ECUT and PCUT, below which the transport of electrons and photons, respectively, are terminated; and
4. The desired maximum percent energy loss per transport step (ESTEPE) due to continuous slowing of electrons between hard collisions or radiative energy loss events.

In the calculations presented, all photon source simulations include the explicit transport of secondary electrons generated in photoelectron absorption, Compton scattering and pair production events.

Upon completion of all particle histories, absorbed fractions of energy and their coefficients of variation are calculated for each target region and for each initial particle energy. Let N be the number of particles transported per history set (e.g., 100,000 particles) and let M be the number of history sets run (e.g., 10 sets). For a given source region h, source particle energy E_0, and target region k of interest, the absorbed fraction of energy for the ith history set is calculated as:

$$\phi_i(k \leftarrow h) = \frac{\sum_{j=1}^{N} \varepsilon_{i,j}(k \leftarrow h)}{NE_0}, \quad \text{Eq. 86}$$

where $\varepsilon_{i,j}(k \leftarrow h)$ is the total energy imparted to the target region k from the source region h by the jth particle transported within the ith history set. A single estimate for the mean absorbed fraction of energy, $\bar{\phi}(k \leftarrow h)$, can then be estimated along with its sample s.d. $s_{\bar{\phi}(k \leftarrow h)}$, given that M history sets of N particles are simulated:

$$\bar{\phi}(k \leftarrow h) = \frac{\sum_{i=1}^{M} \phi_i(k \leftarrow h)}{M}, \quad \text{Eq. 87}$$

and

TABLE 3
Source Regions and Radionuclides Considered in the Calculation of S Values

Source Regions	Radionuclides
Brain (total), caudate nuclei, cerebellum, cerebral cortex, cranial CSF, lateral ventricles, lentiform nuclei, spinal CSF, thalami, third ventricle, white matter	^{11}C, ^{13}N, ^{15}O, ^{18}F, ^{32}P, ^{57}Cu, ^{62}Cu, ^{64}Cu, ^{67}Cu, ^{76}Br, ^{82}Rb, ^{85}Kr, ^{99m}Tc, ^{122}I, ^{123}I, ^{124}I, ^{125}I, ^{130}I, ^{131}I, ^{132}I, ^{133}Xe, ^{197}Hg, ^{201}Tl, ^{203}Hg
Cranium, spinal skeleton	^{32}P, ^{33}P, ^{89}Sr, ^{90}Sr, ^{90}Y, ^{99m}Tc, ^{131}Cs, ^{131}I, ^{153}Sm, ^{186}Re, ^{188}Re, ^{226}Ra
Thyroid	^{99m}Tc, ^{122}I, ^{123}I, ^{124}I, ^{125}I, ^{125m}I, ^{126}I, ^{130}I, ^{131}I, ^{132}I, ^{132m}I, ^{133}I

$$s_{\bar{\phi}(k\leftarrow h)} = \sqrt{\frac{1}{M(M-1)} \sum_{i=1}^{M} [\phi_i(k \leftarrow h) - \bar{\phi}(k \leftarrow h)]^2}. \quad \text{Eq. 88}$$

The coefficient of variation (COV) on the mean absorbed fraction of energy is calculated as:

$$COV = \frac{s_{\bar{\phi}(k\leftarrow h)}}{\bar{\phi}(k \leftarrow h)} 100\%. \quad \text{Eq. 89}$$

ABSORBED FRACTIONS OF ENERGY

Absorbed fractions of energy are calculated for uniformly distributed monoenergetic sources of both photons and electrons using the EGS4 Monte Carlo code. Twelve energies are simulated between 10 keV and 4 MeV. Fourteen source regions are used, including the eight brain subregions: the cranium, the CSF in the cranial region, the thyroid, the spinal skeleton, the spinal CSF and the brain as a whole. For each of the 14 sources, all regions in the head and brain model are taken as target regions. For each energy and for each source region, 10 sets of 100,000 particles were run (i.e., 1,000,000 particles). Appendix A gives tabulated values of both photon and electron absorbed fractions in the revised model.

Due to the large number of particles simulated, COVs are typically <1% for absorbed fractions $>10^{-3}$, <5% for absorbed fractions $>10^{-4}$, <10% for absorbed fractions $>10^{-5}$ and <25% for absorbed fractions $>10^{-6}$. Only for absorbed fractions between 10^{-6} and 10^{-7} do COVs range upwards to 100%. Footnotes at the bottom of the tables in Appendix A indicate when the COVs on the absorbed fraction exceed 30%.

A detailed discussion of the variations of photon and electron absorbed fraction with initial particle energy can be found in a previous report (*51*). This paper also compares values of photon absorbed fractions from the current model with those previously published by Cristy and Eckerman (*9*) and Eckerman et al. (*61*).

S VALUES

The mean absorbed dose to the target region per unit cumulated activity in the source region (S value) has been calculated for a variety of radionuclides of interest in nuclear medicine brain imaging, as well as those radionuclides that localize in the cranium, spinal skeleton and thyroid. These results are listed in Appendix B. The list of radionuclides and source regions considered is shown in Table 3. In these calculations, the radionuclide decay data files of Eckerman et al. (*69,70*) have been used in which the beta particle and positron energy spectra are finely divided into logarithmic intervals. The absorbed fractions for photon sources are used for all photon radiation components of the decay scheme. The absorbed fractions for electron sources are used for all beta particle and positron radiation components. Alpha particles from ^{226}Ra were assumed to fully deposit their kinetic energy within the various skeletal source regions (i.e., a nonpenetrating radiation).

TABLE 4
Comparison of Subregional Absorbed Doses to the Average Brain Dose for Iodine-123-IPT

Organ or brain subregion	Residence time (s)	Absorbed dose per injected activity (μGy/MBq)			Absorbed dose/ average brain dose
		MIRD 11	MIRDOSE3	New MIRD Model	
Caudate nuclei	11			6.66	5.01
Cerebellum	11			0.913	0.69
Cerebral cortex	68			1.11	0.83
Lentiform nuclei	17			6.12	4.60
Thalami	3			2.40	1.80
White matter	70			1.37	1.03
Total brain	179		1.40	1.33	1.00
Thyroid	215	64.6	62.3	62.7	
Eyes				0.174	

EXAMPLE OF THE USE OF THE REVISED MODEL FOR ABSORBED DOSE CALCULATIONS USING IODINE-123 TROPANE

To demonstrate the use of the new model in performing subregion brain dosimetry, biokinetic data were obtained from P. David Mozley at the University of Pennsylvania for ^{123}I-tropane (IPT) (Mozley D, *personal communication*). Iodine-123-tropane is a tropane analog of cocaine that crosses the blood–brain barrier in humans and selectively binds the presynaptic dopamine transporter in the basal ganglia (*71*). The whole-body dosimetry of this agent has been reported previously in seven healthy human volunteers (*72*). Data were provided on the biokinetics within a single volunteer patient for activity in the total brain, six brain subregions and the thyroid. Dynamic SPECT imaging revealed activity concentrations in the caudate and lentiform nuclei to be considerably higher than those found in the thalami and other structures within the first 500 min postinjection. Using these data and the subregion volumes listed previously in Table 1, residence times were calculated for each brain subregion and for the total brain (Table 4). S values listed in Appendix B were then used to produce dose estimates to the eyes, thyroid, total brain and each of the six subregions. The regional variation in absorbed dose within the brain is demonstrated in the last column of Table 4. Here, the absorbed dose to the caudate nuclei and lentiform nuclei are shown to be ~5 and 4.6 times, respectively, the absorbed dose averaged across the total brain. Doses to larger structures, such as the thyroid and total brain, are shown in Table 4 to be in reasonable agreement with those estimated using radionuclide S values from either MIRD Pamphlet No. 11 (*73*) or those calculated by the MIRDOSE3.1 computer code (*74*), the latter incorporating photon-specific absorbed fractions based upon the Cristy and Eckerman mathematical head model (*9*). It should be noted that, although the MIRD 5R model did have a brain region, radionuclide S values published in MIRD Pamphlet No. 11 did not indicate the brain as either a source or a target region.

DISCUSSION AND CONCLUSION

A substantial revision to the dosimetric model of the adult head and brain originally published in MIRD 5R has been presented. This revised model includes new regional source and target structures within the brain necessary to support the suborgan brain dosimetry of current and developing neuroimaging agents. Appendix B of this pamphlet provides radionuclide S values based on this new model for 24 radionuclides used in radiopharmaceuticals which localize within the brain, skeleton and thyroid. Improvements to the head model include the incorporation of eyes, a more detailed facial skeleton and a separate neck region. The inclusion of a neck region will circumvent the need for repositioning the thyroid gland when the model is used to estimate thyroid doses from external radiation fields incident from varying directions.

Although the S values tabulated in this pamphlet are designed to yield estimates of radiation absorbed dose to the subregions within an average adult human brain and head, the reader should realize that the calculations are based on a specific mathematical model. If patient-specific subregion volumes are available for a given patient from imaging modalities such as MRI or CT, the radionuclide S values given in Appendix B may be mass adjusted, as suggested in "The MIRD Perspective 1998" (*75*) and in MIRD Pamphlet No. 11 (*73*). The authors acknowledge that comprehensive MRI studies of the brain are currently ongoing (Collins L, *personal communication*) and that, in the near future, newer values of mean brain subregion volumes will become available for large populations of subjects.

Extensions of the new head and brain model should also be noted. First, the new model should be fully integrated within the framework of the entire mathematical model of the adult. The revisions to the head model are extensive enough to warrant changes to recommended photon absorbed fractions for source and/or target regions involving the head and neck region. Subregion definitions within the brain might not be necessary for such an integrated model, however, because radiation doses to structures such as the thalami from photon sources within the trunk could be sufficiently approximated by the average brain dose. Furthermore, these dose contributions would constitute only a small fraction of the total subregion dose if intrabrain activity was also present. Second, techniques for assessing radiation absorbed dose specifically to the bone marrow and trabecular endosteum within the skeletal regions of the head should be included for both photon and electron sources. Here, techniques similar to those used by Cristy and Eckerman could be used (*9,76*). Third, SPECT and PET agents are increasingly used for neuroimaging of pediatric patients (*77*). Consequently, pediatric versions of the new head and brain model necessary to support suborgan brain dosimetry of pediatric neuroimaging agents need to be developed.

Finally, the authors wish to acknowledge that this model, like all mathematical dosimetry models, is subject to change and revision as new biokinetic data become available and new radiopharmaceutical dosimetry needs become apparent. For example, current neuroimaging agents do not localize within the globus pallidus. Future neuroimaging studies, however, could potentially lead to agents that do target this particular brain structure. Consequently, it would be advantageous to revise the current model to specifically delineate the lentiform nucleus into separate regions for the putamen and the globus pallidus. Comments and suggested additions to the model would be appreciated and should be directed to either the corresponding author or to the current Chair of the MIRD committee.

ACKNOWLEDGMENTS

We recognize the assistance of Drs. Louis Collins and Alan Evans at the McConnell Brain Imaging Centre, Montreal Neurological Institute, for their discussions concerning brain subregion volumes. The authors also acknowledge the assistance of Dr. David Mozley, University of Pennsylvania, for providing SPECT imaging data on ^{123}I-IPT. This work was supported by the United States Department of Energy, Office of Health and Environmental Research, Grant DE-FG05-95ER62006 with the University of Florida.

APPENDIX A
TABLE A1
Absorbed Fractions for Sources Located in the Brain (Total)

Targets	Energy (MeV)											
	0.010	0.015	0.020	0.030	0.050	0.100	0.200	0.500	1.000	1.500	2.000	4.000
Photon absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	9.76E − 01	9.18E − 01	8.18E − 01	5.67E − 01	2.83E − 01	1.67E − 01	1.64E − 01	1.66E − 01	1.53E − 01	1.38E − 01	1.25E − 01	9.42E − 02
Caudate nuclei	7.13E − 03	7.11E − 03	6.86E − 03	5.36E − 03	2.73E − 03	1.54E − 03	1.49E − 03	1.46E − 03	1.36E − 03	1.21E − 03	1.11E − 03	8.38E − 04
Cerebellum	9.10E − 02	8.44E − 02	7.33E − 02	4.86E − 02	2.39E − 02	1.42E − 02	1.42E − 02	1.44E − 02	1.33E − 02	1.18E − 02	1.08E − 02	8.13E − 03
Cerebral cortex	4.02E − 01	3.60E − 01	3.06E − 01	2.05E − 01	1.02E − 01	6.13E − 02	6.08E − 02	6.23E − 02	5.71E − 02	5.15E − 02	4.68E − 02	3.52E − 02
Cranium	1.28E − 02	6.61E − 02	1.45E − 01	2.14E − 01	1.36E − 01	4.95E − 02	3.17E − 02	2.86E − 02	2.67E − 02	2.42E − 02	2.28E − 02	1.83E − 02
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	1.69E − 05	2.43E − 04	4.84E − 04	4.33E − 04	4.72E − 04	4.63E − 04	4.72E − 04	4.18E − 04	4.06E − 04	3.24E − 04
Lentiform nuclei	1.30E − 02	1.30E − 02	1.24E − 02	8.95E − 03	4.67E − 03	2.68E − 03	2.61E − 03	2.61E − 03	2.32E − 03	2.17E − 03	2.00E − 03	1.48E − 03
Mandible	0.00E + 00	2.09E − 05	4.17E − 04	4.30E − 03	9.74E − 03	6.52E − 03	4.29E − 03	3.71E − 03	3.49E − 03	3.25E − 03	3.09E − 03	2.61E − 03
Other tissues	0.00E + 00	2.33E − 04	3.93E − 03	2.21E − 02	3.15E − 02	2.68E − 02	2.67E − 02	2.77E − 02	2.64E − 02	2.46E − 02	2.30E − 02	1.92E − 02
Skin	0.00E + 00	1.59E − 04	1.86E − 03	7.01E − 03	7.35E − 03	5.81E − 03	6.29E − 03	6.84E − 03	6.52E − 03	5.94E − 03	5.57E − 03	4.51E − 03
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	7.93E − 06*	6.22E − 05	1.00E − 04	8.98E − 05	9.05E − 05	9.13E − 05	8.18E − 05	9.57E − 05	7.78E − 05	6.82E − 05
Spinal skeleton	0.00E + 00	1.00E − 05*	3.24E − 04	3.03E − 03	6.17E − 03	3.87E − 03	2.41E − 03	2.04E − 03	1.89E − 03	1.72E − 03	1.67E − 03	1.31E − 03
Thalami	1.06E − 02	1.06E − 02	1.02E − 02	7.91E − 03	4.13E − 03	2.39E − 03	2.27E − 03	2.25E − 03	2.02E − 03	1.83E − 03	1.71E − 03	1.29E − 03
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.73E − 05	7.99E − 05	9.53E − 05	8.93E − 05	1.22E − 04	1.23E − 04	1.21E − 04	1.03E − 04	1.02E − 04
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	7.44E − 05	1.06E − 03	2.34E − 03	3.15E − 03	4.51E − 03	6.04E − 03	6.73E − 03	7.19E − 03	7.88E − 03
White matter	4.37E − 01	4.29E − 01	3.94E − 01	2.80E − 01	1.39E − 01	8.14E − 02	7.95E − 02	8.02E − 02	7.37E − 02	6.64E − 02	6.06E − 02	4.54E − 02
Electron absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	9.99E − 01	9.98E − 01	9.91E − 01	9.78E − 01	9.62E − 01	9.48E − 01	8.88E − 01
Caudate nuclei	7.09E − 03	7.17E − 03	7.07E − 03	7.20E − 03	7.12E − 03	7.24E − 03	7.19E − 03	7.18E − 03	7.12E − 03	6.96E − 03	7.13E − 03	7.04E − 03
Cerebellum	9.50E − 02	9.47E − 02	9.47E − 02	9.48E − 02	9.46E − 02	9.51E − 02	9.47E − 02	9.33E − 02	9.19E − 02	8.96E − 02	8.82E − 02	8.16E − 02
Cerebral cortex	4.23E − 01	4.23E − 01	4.24E − 01	4.24E − 01	4.24E − 01	4.23E − 01	4.22E − 01	4.17E − 01	4.06E − 01	3.94E − 01	3.81E − 01	3.36E − 01
Cranium	0.00E + 00	5.85E − 07‡	0.00E + 00	3.52E − 06*	9.69E − 06*	2.99E − 05	6.00E − 05	3.12E − 04	6.86E − 03	1.82E − 02	3.03E − 02	6.70E − 02
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	7.98E − 08‡	2.06E − 09‡	1.04E − 06*	1.72E − 06	3.05E − 06	4.09E − 06	1.04E − 05
Lentiform nuclei	1.30E − 02	1.31E − 02	1.29E − 02	1.30E − 02	1.30E − 02	1.29E − 02	1.30E − 02	1.29E − 02	1.31E − 02	1.29E − 02	1.30E − 02	1.28E − 02
Mandible	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.14E − 06‡	3.09E − 06	9.00E − 06	2.43E − 05	3.23E − 05	4.16E − 05	2.39E − 04
Other tissues	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.77E − 07‡	6.51E − 06	1.32E − 05	4.73E − 05	1.15E − 04	1.80E − 04	2.47E − 04	4.11E − 03
Skin	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.72E − 06†	3.22E − 06	1.19E − 05	2.69E − 05	3.70E − 05	6.26E − 05	3.99E − 03
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	8.43E − 08‡	2.16E − 07*	7.29E − 07*	3.99E − 07*	1.85E − 05
Spinal skeleton	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.83E − 06†	1.99E − 06*	6.03E − 06	1.38E − 05	2.01E − 05	2.19E − 05	1.83E − 04
Thalami	1.09E − 02	1.07E − 02	1.06E − 02	1.05E − 02	1.06E − 02	1.06E − 02	1.08E − 02	1.06E − 02	1.06E − 02	1.07E − 02	1.06E − 02	1.05E − 02
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	5.37E − 08‡	3.97E − 07*	4.35E − 07*	1.05E − 06	1.47E − 06
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.97E − 07‡	5.07E − 07†	3.45E − 06	1.30E − 05	2.59E − 05	3.69E − 05	8.54E − 05
White matter	4.36E − 01	4.37E − 01	4.36E − 01	4.36E − 01	4.36E − 01	4.36E − 01	4.36E − 01	4.35E − 01	4.34E − 01	4.33E − 01	4.33E − 01	4.26E − 01

*30% < COV < 50%.
†50% < COV < 70%.
‡COV > 70%.

TABLE A2
Absorbed Fractions for Sources Located in the Caudate Nuclei

Targets	Energy (MeV)											
	0.010	0.015	0.020	0.030	0.050	0.100	0.200	0.500	1.000	1.500	2.000	4.000
Photon absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	1.00E + 00	9.98E − 01	9.65E − 01	7.29E − 01	3.70E − 01	2.15E − 01	2.08E − 01	2.08E − 01	1.90E − 01	1.72E − 01	1.56E − 01	1.19E − 01
Caudate nuclei	8.09E − 01	5.07E − 01	2.87E − 01	1.06E − 01	3.37E − 02	1.96E − 02	2.16E − 02	2.27E − 02	1.96E − 02	1.59E − 02	1.31E − 02	6.45E − 03
Cerebellum	0.00E + 00	2.59E − 05*	1.08E − 03	6.96E − 03	7.87E − 03	5.46E − 03	4.86E − 03	4.69E − 03	4.35E − 03	4.12E − 03	3.67E − 03	3.06E − 03
Cerebral cortex	1.20E − 05	5.76E − 03	4.36E − 02	1.02E − 01	7.72E − 02	4.75E − 02	4.39E − 02	4.29E − 02	3.91E − 02	3.62E − 02	3.34E − 02	2.72E − 02
Cranium	0.00E + 00	1.39E − 03	2.63E − 02	1.18E − 01	1.11E − 01	4.52E − 02	2.66E − 02	2.25E − 02	2.05E − 02	1.89E − 02	1.76E − 02	1.45E − 02
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	7.97E − 06*	3.42E − 04	7.00E − 04	6.71E − 04	7.03E − 04	6.83E − 04	6.76E − 04	5.92E − 04	5.67E − 04	4.51E − 04
Lentiform nuclei	3.78E − 02	7.58E − 02	7.58E − 02	4.40E − 02	1.74E − 02	9.85E − 03	9.94E − 03	1.02E − 02	9.42E − 03	8.51E − 03	7.67E − 03	5.61E − 03
Mandible	0.00E + 00	1.00E − 06‡	3.08E − 04	5.65E − 03	1.35E − 02	8.98E − 03	5.71E − 03	4.89E − 03	4.53E − 03	4.13E − 03	3.95E − 03	3.31E − 03
Other tissues	0.00E + 00	1.20E − 05	1.34E − 03	1.77E − 02	3.31E − 02	2.95E − 02	2.82E − 02	2.85E − 02	2.70E − 02	2.50E − 02	2.34E − 02	1.96E − 02
Skin	0.00E + 00	1.00E − 06‡	2.63E − 04	3.66E − 03	5.68E − 03	5.03E − 03	5.16E − 03	5.67E − 03	5.40E − 03	4.99E − 03	4.60E − 03	3.77E − 03
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	1.98E − 06‡	3.18E − 05	6.93E − 05	7.06E − 05	7.44E − 05	6.32E − 05	5.55E − 05	5.17E − 05	3.92E − 05	4.71E − 05
Spinal skeleton	0.00E + 00	0.00E + 00	2.86E − 05	1.37E − 03	4.52E − 03	3.32E − 03	1.99E − 03	1.47E − 03	1.31E − 03	1.19E − 03	1.13E − 03	9.00E − 04
Thalami	4.34E − 03	1.91E − 02	2.72E − 02	2.09E − 02	9.57E − 03	5.29E − 03	5.16E − 03	5.18E − 03	4.69E − 03	4.40E − 03	3.96E − 03	3.04E − 03
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.97E − 05	1.08E − 04	1.23E − 04	1.34E − 04	1.43E − 04	1.43E − 04	1.26E − 04	1.29E − 04	1.12E − 04
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	7.94E − 05	1.37E − 03	2.77E − 03	3.55E − 03	5.18E − 03	6.82E − 03	7.67E − 03	8.17E − 03	8.96E − 03
White matter	1.45E − 01	3.62E − 01	4.88E − 01	4.17E − 01	2.11E − 01	1.20E − 01	1.15E − 01	1.14E − 01	1.06E − 01	9.62E − 02	8.83E − 02	6.86E − 02
Electron absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	9.99E − 01	9.97E − 01	9.95E − 01	9.93E − 01	9.86E − 01
Caudate nuclei	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	9.99E − 01	9.99E − 01	9.95E − 01	9.84E − 01	9.38E − 01	8.39E − 01	7.32E − 01	6.31E − 01	3.38E − 01
Cerebellum	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	9.25E − 07†	2.58E − 06	1.34E − 05	2.08E − 05	3.50E − 05	4.50E − 05	8.25E − 05
Cerebral cortex	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.17E − 06†	3.42E − 06*	1.52E − 05	3.40E − 05	1.01E − 04	2.24E − 04	3.29E − 04	4.14E − 04	1.40E − 03
Cranium	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	6.28E − 07‡	3.79E − 06*	2.01E − 05	4.26E − 05	1.01E − 04	1.85E − 04	2.48E − 04	3.03E − 04	4.90E − 04
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.97E − 07‡	6.30E − 07‡	1.14E − 06*	2.81E − 06	4.37E − 06	6.03E − 06	9.34E − 06
Lentiform nuclei	2.51E − 05	4.61E − 05	6.40E − 05	1.25E − 04	3.02E − 04	1.05E − 03	3.33E − 03	1.28E − 02	3.21E − 02	5.17E − 02	6.85E − 02	1.02E − 01
Mandible	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.95E − 06‡	5.50E − 06	1.42E − 05	2.98E − 05	4.10E − 05	5.13E − 05	9.31E − 05
Other tissues	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	5.26E − 07‡	3.75E − 06*	1.38E − 05	5.31E − 05	1.16E − 04	1.83E − 04	2.36E − 04	4.64E − 04
Skin	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	8.97E − 07‡	2.35E − 06	7.30E − 06	2.12E − 05	3.22E − 05	4.83E − 05	9.28E − 05
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	8.37E − 08†	1.89E − 07*	5.10E − 07*	6.54E − 07†	1.04E − 06
Spinal skeleton	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	6.60E − 07‡	1.40E − 06*	5.36E − 06	1.05E − 05	1.40E − 05	2.13E − 05	2.89E − 05
Thalami	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.25E − 06†	4.97E − 06*	7.99E − 06	2.21E − 04	2.08E − 03	5.79E − 03	1.07E − 02	2.91E − 02
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.04E − 08‡	2.56E − 07†	2.85E − 07*	8.23E − 07*	8.80E − 07	2.37E − 06
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	8.37E − 07‡	1.20E − 06†	5.23E − 06	1.62E − 05	2.51E − 05	4.41E − 05	9.71E − 05
White matter	7.44E − 05	1.07E − 04	2.04E − 04	4.95E − 04	1.17E − 03	3.88E − 03	1.20E − 02	4.78E − 02	1.23E − 01	2.00E − 01	2.70E − 01	4.69E − 01

*30% < COV < 50%.
†50% < COV < 70%.
‡COV > 70%.

TABLE A3
Absorbed Fractions for Sources Located in the Cerebellum

Targets	Energy (MeV)											
	0.010	0.015	0.020	0.030	0.050	0.100	0.200	0.500	1.000	1.500	2.000	4.000
Photon absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	9.68E − 01	8.94E − 01	7.75E − 01	5.17E − 01	2.53E − 01	1.51E − 01	1.49E − 01	1.52E − 01	1.39E − 01	1.25E − 01	1.14E − 01	8.46E − 02
Caudate nuclei	0.00E + 00	5.99E − 06*	9.81E − 05	5.20E − 04	5.98E − 04	3.87E − 04	3.77E − 04	3.56E − 04	3.16E − 04	2.90E − 04	2.86E − 04	2.38E − 04
Cerebellum	9.34E − 01	7.92E − 01	6.00E − 01	3.08E − 01	1.16E − 01	6.64E − 02	6.93E − 02	7.20E − 02	6.51E − 02	5.75E − 02	5.11E − 02	3.46E − 02
Cerebral cortex	3.45E − 02	9.47E − 02	1.36E − 01	1.31E − 01	7.45E − 02	4.53E − 02	4.39E − 02	4.43E − 02	4.10E − 02	3.78E − 02	3.50E − 02	2.75E − 02
Cranium	1.62E − 02	8.49E − 02	1.81E − 01	2.46E − 01	1.47E − 01	5.17E − 02	3.37E − 02	3.07E − 02	2.84E − 02	2.64E − 02	2.43E − 02	1.96E − 02
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	8.95E − 06*	6.28E − 05	1.01E − 04	1.08E − 04	1.21E − 04	1.29E − 04	1.23E − 04	1.18E − 04	1.04E − 04
Lentiform nuclei	0.00E + 00	9.92E − 07‡	1.49E − 04	9.61E − 04	1.13E − 03	8.17E − 04	7.11E − 04	6.80E − 04	6.20E − 04	5.74E − 04	5.62E − 04	4.34E − 04
Mandible	0.00E + 00	0.00E + 00	6.78E − 06*	8.82E − 04	4.58E − 03	3.78E − 03	2.51E − 03	2.23E − 03	2.14E − 03	2.06E − 03	1.95E − 03	1.76E − 03
Other tissues	0.00E + 00	4.26E − 04	6.94E − 03	3.29E − 02	4.07E − 02	3.29E − 02	3.27E − 02	3.41E − 02	3.27E − 02	3.03E − 02	2.84E − 02	2.34E − 02
Skin	0.00E + 00	1.21E − 04	2.02E − 03	7.86E − 03	7.55E − 03	5.89E − 03	6.35E − 03	6.88E − 03	6.59E − 03	6.07E − 03	5.51E − 03	4.51E − 03
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	5.96E − 06*	7.21E − 05	1.53E − 04	1.48E − 04	1.52E − 04	1.62E − 04	1.57E − 04	1.51E − 04	1.28E − 04	1.15E − 04
Spinal skeleton	0.00E + 00	1.01E − 05	3.48E − 04	5.29E − 03	1.08E − 02	6.28E − 03	4.10E − 03	3.55E − 03	3.39E − 03	3.15E − 03	3.04E − 03	2.41E − 03
Thalami	0.00E + 00	7.99E − 06	3.66E − 04	1.65E − 03	1.63E − 03	9.84E − 04	9.33E − 04	8.85E − 04	7.91E − 04	7.61E − 04	6.82E − 04	5.36E − 04
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.41E − 06†	5.43E − 05	8.06E − 05	9.41E − 05	1.05E − 04	1.19E − 04	1.12E − 04	1.17E − 04	9.72E − 05
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	5.63E − 05	1.01E − 03	2.45E − 03	3.25E − 03	4.76E − 03	6.16E − 03	6.88E − 03	7.51E − 03	7.63E − 03
White matter	3.40E − 05	8.20E − 03	3.74E − 02	7.30E − 02	5.66E − 02	3.55E − 02	3.26E − 02	3.23E − 02	2.97E − 02	2.76E − 02	2.54E − 02	2.06E − 02
Electron absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	9.99E − 01	9.97E − 01	9.89E − 01	9.71E − 01	9.51E − 01	9.32E − 01	8.58E − 01
Caudate nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	9.26E − 07*	1.38E − 06	2.76E − 06	3.52E − 06	5.05E − 06
Cerebellum	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	9.99E − 01	9.98E − 01	9.94E − 01	9.77E − 01	9.42E − 01	9.04E − 01	8.66E − 01	7.27E − 01
Cerebral cortex	1.46E − 05	3.24E − 05	6.05E − 05	1.04E − 04	2.85E − 04	9.24E − 04	2.89E − 03	1.10E − 02	2.86E − 02	4.72E − 02	6.58E − 02	1.26E − 01
Cranium	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.44E − 06*	1.25E − 05	2.77E − 05	6.54E − 05	2.80E − 04	8.69E − 03	2.37E − 02	4.00E − 02	8.87E − 02
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.53E − 07‡	8.08E − 08‡	3.72E − 07*	9.50E − 07*	8.68E − 07	2.61E − 06
Lentiform nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.76E − 07‡	3.72E − 07‡	1.15E − 06*	3.72E − 06	4.89E − 06	6.41E − 06	1.25E − 05
Mandible	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.88E − 07‡	1.96E − 06*	6.72E − 06	1.01E − 05	1.89E − 05	2.43E − 05	3.82E − 05
Other tissues	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	7.07E − 08‡	4.31E − 06*	1.82E − 05	6.48E − 05	1.42E − 04	2.27E − 04	3.03E − 04	9.03E − 03
Skin	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	8.40E − 08‡	4.64E − 07‡	3.18E − 06	1.32E − 05	2.58E − 05	4.47E − 05	5.74E − 05	3.56E − 03
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.88E − 08†	4.10E − 07	4.86E − 07*	1.12E − 06	3.08E − 06
Spinal skeleton	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	7.03E − 08‡	6.89E − 07‡	3.67E − 06*	1.33E − 05	2.13E − 05	3.13E − 05	4.25E − 05	1.91E − 04
Thalami	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.74E − 07†	2.65E − 06	3.32E − 06	6.11E − 06	8.60E − 06	1.70E − 05
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.58E − 07‡	1.28E − 07‡	5.25E − 07*	6.26E − 07*	1.42E − 06
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.78E − 09‡	5.12E − 07‡	4.55E − 06	1.52E − 05	2.06E − 05	3.35E − 05	9.04E − 05
White matter	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.51E − 06†	9.13E − 06	2.84E − 05	7.67E − 05	1.68E − 04	2.41E − 04	3.19E − 04	5.41E − 03

*30% < COV < 50%.
†50% < COV < 70%.
‡COV > 70%.

TABLE A4
Absorbed Fractions for Sources Located in the Cerebral Cortex

Targets	Energy (MeV)											
	0.010	0.015	0.020	0.030	0.050	0.100	0.200	0.500	1.000	1.500	2.000	4.000
Photon absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	9.50E − 01	8.48E − 01	7.23E − 01	4.84E − 01	2.42E − 01	1.45E − 01	1.44E − 01	1.46E − 01	1.34E − 01	1.22E − 01	1.10E − 01	8.25E − 02
Caudate nuclei	1.00E − 06‡	8.71E − 05	7.85E − 04	1.72E − 03	1.32E − 03	7.89E − 04	7.68E − 04	7.32E − 04	6.59E − 04	5.93E − 04	5.48E − 04	4.48E − 04
Cerebellum	7.82E − 03	2.10E − 02	3.05E − 02	2.93E − 02	1.67E − 02	1.00E − 02	9.71E − 03	9.81E − 03	9.16E − 03	8.44E − 03	7.96E − 03	6.35E − 03
Cerebral cortex	8.97E − 01	7.01E − 01	5.07E − 01	2.73E − 01	1.19E − 01	7.13E − 02	7.31E − 02	7.56E − 02	6.86E − 02	6.14E − 02	5.46E − 02	3.84E − 02
Cranium	2.61E − 02	1.22E − 01	2.22E − 01	2.64E − 01	1.50E − 01	5.27E − 02	3.47E − 02	3.24E − 02	3.01E − 02	2.76E − 02	2.55E − 02	2.03E − 02
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	1.83E − 05*	2.56E − 04	4.48E − 04	4.22E − 04	4.61E − 04	4.80E − 04	4.33E − 04	4.12E − 04	4.08E − 04	3.25E − 04
Lentiform nuclei	1.70E − 05	6.35E − 04	1.93E − 03	3.23E − 03	2.40E − 03	1.47E − 03	1.36E − 03	1.33E − 03	1.20E − 03	1.13E − 03	9.77E − 04	8.40E − 04
Mandible	0.00E + 00	4.28E − 05	6.40E − 04	4.58E − 03	9.34E − 03	6.11E − 03	4.04E − 03	3.61E − 03	3.39E − 03	3.19E − 03	3.03E − 03	2.54E − 03
Other tissues	0.00E + 00	3.54E − 04	4.88E − 03	2.19E − 02	3.00E − 02	2.53E − 02	2.51E − 02	2.61E − 02	2.52E − 02	2.36E − 02	2.21E − 02	1.84E − 02
Skin	0.00E + 00	2.62E − 04	2.73E − 03	8.51E − 03	7.90E − 03	6.26E − 03	6.77E − 03	7.41E − 03	7.15E − 03	6.52E − 03	5.92E − 03	4.79E − 03
Spinal cord	0.00E + 00	9.75E − 07‡	1.12E − 05*	5.82E − 05	9.01E − 05	8.22E − 05	9.13E − 05	9.72E − 05	8.05E − 05	8.56E − 05	7.33E − 05	6.85E − 05
Spinal skeleton	0.00E + 00	3.30E − 05	3.91E − 04	3.27E − 03	5.86E − 03	3.48E − 03	2.26E − 03	1.91E − 03	1.83E − 03	1.64E − 03	1.57E − 03	1.29E − 03
Thalami	0.00E + 00	2.19E − 04	1.23E − 03	2.56E − 03	1.99E − 03	1.23E − 03	1.10E − 03	1.06E − 03	9.79E − 04	9.05E − 04	8.12E − 04	6.92E − 04
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.59E − 05	7.01E − 05	8.57E − 05	1.02E − 04	1.04E − 04	1.12E − 04	1.10E − 04	1.18E − 04	9.46E − 05
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	8.07E − 05	9.54E − 04	2.13E − 03	2.85E − 03	4.11E − 03	5.40E − 03	6.25E − 03	6.56E − 03	7.20E − 03
White matter	4.55E − 02	1.24E − 01	1.78E − 01	1.70E − 01	9.73E − 02	5.79E − 02	5.61E − 02	5.61E − 02	5.16E − 02	4.77E − 02	4.39E − 02	3.46E − 02
Electron absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	9.99E − 01	9.96E − 01	9.83E − 01	9.57E − 01	9.29E − 01	8.99E − 01	7.94E − 01
Caudate nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.03E − 08‡	1.94E − 07†	2.35E − 06	3.11E − 06	5.07E − 06	7.38E − 06	1.98E − 05
Cerebellum	6.04E − 06*	6.55E − 06*	1.52E − 05	3.06E − 05	6.12E − 05	2.04E − 04	6.30E − 04	2.45E − 03	6.44E − 03	1.06E − 02	1.45E − 02	2.81E − 02
Cerebral cortex	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	9.99E − 01	9.97E − 01	9.92E − 01	9.67E − 01	9.14E − 01	8.56E − 01	7.98E − 01	5.98E − 01
Cranium	0.00E + 00	0.00E + 00	7.02E − 07‡	3.68E − 06*	1.05E − 05	3.51E − 05	7.38E − 05	5.38E − 04	1.41E − 02	3.70E − 02	6.24E − 02	1.31E − 01
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.89E − 08‡	1.23E − 07*	6.49E − 07	2.09E − 06*	3.36E − 06	3.99E − 06	1.38E − 05
Lentiform nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.99E − 07‡	1.36E − 06*	3.65E − 06	6.15E − 06	1.64E − 05	5.51E − 05	7.25E − 04
Mandible	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	7.60E − 07†	3.86E − 06*	1.07E − 05	2.07E − 05	2.69E − 05	4.03E − 05	4.79E − 04
Other tissues	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	5.11E − 07‡	4.97E − 06	1.27E − 05	4.72E − 05	1.12E − 04	1.70E − 04	2.60E − 04	7.33E − 03
Skin	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.86E − 08‡	1.02E − 06†	3.09E − 06	1.29E − 05	2.87E − 05	4.75E − 05	7.02E − 05	8.57E − 03
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	5.92E − 08‡	0.00E + 00	2.23E − 07†	6.01E − 07*	3.27E − 07*	7.22E − 07*	2.19E − 05
Spinal skeleton	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	7.69E − 07‡	2.31E − 06	6.81E − 06	1.39E − 05	1.56E − 05	2.30E − 05	3.94E − 04
Thalami	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	5.15E − 07‡	8.24E − 07‡	4.70E − 07†	2.80E − 06	5.87E − 06	7.82E − 06	1.10E − 05	7.88E − 05
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.02E − 08‡	1.70E − 07‡	2.34E − 07‡	4.38E − 07*	8.07E − 07*	7.56E − 07
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.09E − 06†	4.72E − 06*	1.12E − 05	1.78E − 05	2.93E − 05	8.37E − 05
White matter	2.10E − 05	5.03E − 05	7.37E − 05	1.43E − 04	3.31E − 04	1.12E − 03	3.55E − 03	1.42E − 02	3.68E − 02	6.16E − 02	8.65E − 02	1.65E − 01

*30% < COV < 50%.
†50% < COV < 70%.
‡COV > 70%.

TABLE A5
Absorbed Fractions for Sources Located in the Cranial CSF

Targets	Energy (MeV)											
	0.010	0.015	0.020	0.030	0.050	0.100	0.200	0.500	1.000	1.500	2.000	4.000
Photon absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	2.95E − 01	3.79E − 01	3.77E − 01	2.95E − 01	1.64E − 01	1.03E − 01	1.02E − 01	1.05E − 01	9.71E − 02	8.85E − 02	8.11E − 02	6.29E − 02
Caudate nuclei	0.00E + 00	2.30E − 05	3.38E − 04	1.00E − 03	8.29E − 04	6.06E − 04	5.42E − 04	5.30E − 04	5.05E − 04	4.53E − 04	4.15E − 04	3.53E − 04
Cerebellum	3.85E − 02	4.87E − 02	4.64E − 02	3.25E − 02	1.68E − 02	1.04E − 02	1.06E − 02	1.08E − 02	1.00E − 02	9.17E − 03	8.37E − 03	6.32E − 03
Cerebral cortex	2.56E − 01	3.05E − 01	2.61E − 01	1.63E − 01	7.95E − 02	4.91E − 02	5.02E − 02	5.23E − 02	4.86E − 02	4.40E − 02	4.00E − 02	3.00E − 02
Cranium	3.14E − 01	4.41E − 01	4.83E − 01	4.01E − 01	1.92E − 01	6.46E − 02	4.59E − 02	4.49E − 02	4.15E − 02	3.77E − 02	3.40E − 02	2.42E − 02
Eyes	0.00E + 00	1.00E − 06‡	3.19E − 05	2.45E − 04	4.20E − 04	4.12E − 04	4.51E − 04	4.70E − 04	4.44E − 04	4.48E − 04	4.01E − 04	3.34E − 04
Lentiform nuclei	0.00E + 00	2.11E − 04	1.13E − 03	2.18E − 03	1.72E − 03	1.14E − 03	1.07E − 03	1.05E − 03	9.28E − 04	8.90E − 04	8.06E − 04	6.50E − 04
Mandible	0.00E + 00	7.88E − 05	8.62E − 04	5.36E − 03	9.95E − 03	6.30E − 03	4.26E − 03	3.79E − 03	3.67E − 03	3.46E − 03	3.24E − 03	2.72E − 03
Other tissues	1.00E − 06‡	9.03E − 04	8.09E − 03	2.81E − 02	3.37E − 02	2.82E − 02	2.88E − 02	3.02E − 02	2.92E − 02	2.70E − 02	2.55E − 02	2.07E − 02
Skin	0.00E + 00	6.20E − 04	4.15E − 03	1.02E − 02	9.00E − 03	7.04E − 03	7.80E − 03	8.64E − 03	8.17E − 03	7.58E − 03	6.95E − 03	5.48E − 03
Spinal cord	0.00E + 00	1.00E − 06‡	1.72E − 05	5.86E − 05	1.03E − 04	9.44E − 05	9.62E − 05	1.02E − 04	9.79E − 05	1.04E − 04	8.00E − 05	6.58E − 05
Spinal skeleton	0.00E + 00	4.53E − 05	6.35E − 04	4.13E − 03	6.87E − 03	3.96E − 03	2.55E − 03	2.25E − 03	2.12E − 03	1.96E − 03	1.84E − 03	1.52E − 03
Thalami	0.00E + 00	7.49E − 05	5.39E − 04	1.57E − 03	1.41E − 03	9.16E − 04	8.69E − 04	8.09E − 04	7.23E − 04	6.85E − 04	6.35E − 04	5.41E − 04
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.21E − 05*	7.21E − 05	8.30E − 05	1.01E − 04	1.14E − 04	1.12E − 04	1.02E − 04	1.08E − 04	1.13E − 04
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	7.75E − 05	1.00E − 03	2.25E − 03	2.91E − 03	4.20E − 03	5.41E − 03	6.32E − 03	6.67E − 03	7.08E − 03
White matter	5.69E − 04	2.48E − 02	6.71E − 02	9.23E − 02	6.24E − 02	3.95E − 02	3.77E − 02	3.81E − 02	3.54E − 02	3.25E − 02	3.01E − 02	2.44E − 02
Electron absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	2.29E − 04	5.21E − 04	8.74E − 04	1.85E − 03	4.54E − 03	1.51E − 02	4.72E − 02	1.85E − 01	3.25E − 01	3.74E − 01	3.96E − 01	4.18E − 01
Caudate nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	6.19E − 08‡	3.91E − 07†	1.36E − 06*	2.68E − 06	4.24E − 06	4.10E − 06	9.35E − 06
Cerebellum	2.01E − 05	6.43E − 05	1.15E − 04	2.33E − 04	6.16E − 04	1.88E − 03	5.98E − 03	2.37E − 02	4.26E − 02	4.88E − 02	5.16E − 02	5.30E − 02
Cerebral cortex	2.09E − 04	4.56E − 04	7.59E − 04	1.61E − 03	3.92E − 03	1.32E − 02	4.12E − 02	1.62E − 01	2.82E − 01	3.25E − 01	3.44E − 01	3.31E − 01
Cranium	2.19E − 04	5.32E − 04	8.77E − 04	1.86E − 03	4.57E − 03	1.53E − 02	4.77E − 02	1.87E − 01	3.32E − 01	3.87E − 01	4.12E − 01	3.38E − 01
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.64E − 07‡	1.71E − 07‡	9.72E − 07†	2.48E − 06	3.79E − 06	4.88E − 06	4.58E − 05
Lentiform nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	9.45E − 07‡	4.93E − 07†	6.30E − 07†	2.77E − 06	6.19E − 06	9.18E − 06	9.54E − 06	1.50E − 04
Mandible	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	6.98E − 07‡	4.86E − 07‡	2.91E − 06	1.17E − 05	2.36E − 05	3.97E − 05	1.41E − 04	1.52E − 03
Other tissues	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	7.01E − 07‡	6.45E − 07‡	4.98E − 06	1.49E − 05	5.90E − 05	1.32E − 04	2.21E − 04	1.15E − 03	3.19E − 02
Skin	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	5.16E − 07‡	0.00E + 00	4.45E − 07*	4.22E − 06	1.47E − 05	3.69E − 05	6.01E − 05	6.27E − 04	2.94E − 02
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.37E − 08‡	1.37E − 07‡	7.35E − 07*	3.56E − 07*	1.46E − 06*	1.00E − 04
Spinal skeleton	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.31E − 07‡	3.66E − 06	7.65E − 06	1.33E − 05	2.09E − 05	3.97E − 05	1.57E − 03
Thalami	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.94E − 08‡	9.33E − 08‡	9.05E − 07*	1.58E − 06	5.21E − 06	6.03E − 06	6.52E − 06	1.43E − 05
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.91E − 08‡	3.54E − 07*	2.81E − 07*	7.17E − 07	1.35E − 06
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.19E − 07‡	4.56E − 06	1.22E − 05	2.31E − 05	3.77E − 05	8.31E − 05
White matter	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.26E − 06‡	3.09E − 06*	1.02E − 05	2.92E − 05	1.05E − 04	2.11E − 04	3.06E − 04	5.80E − 04	3.41E − 02

*30% < COV > 50%.
†50% < COV < 70%.
‡COV > 70%.

TABLE A6
Absorbed Fractions for Sources Located in the Cranium

Targets	Energy (MeV)											
	0.010	0.015	0.020	0.030	0.050	0.100	0.200	0.500	1.000	1.500	2.000	4.000
Photon absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	1.13E − 02	5.46E − 02	1.16E − 01	1.71E − 01	1.26E − 01	8.44E − 02	8.46E − 02	8.68E − 02	8.10E − 02	7.51E − 02	6.94E − 02	5.60E − 02
Caudate nuclei	0.00E + 00	1.19E − 05	1.24E − 04	7.43E − 04	7.25E − 04	5.03E − 04	4.69E − 04	4.77E − 04	4.55E − 04	3.99E − 04	3.97E − 04	3.08E − 04
Cerebellum	1.37E − 03	6.63E − 03	1.37E − 02	1.86E − 02	1.31E − 02	8.46E − 03	8.50E − 03	8.73E − 03	8.11E − 03	7.63E − 03	7.02E − 03	5.72E − 03
Cerebral cortex	9.88E − 03	4.28E − 02	7.50E − 02	8.87E − 02	5.81E − 02	3.87E − 02	4.01E − 02	4.16E − 02	3.89E − 02	3.61E − 02	3.33E − 02	2.64E − 02
Cranium	9.53E − 01	8.51E − 01	7.04E − 01	4.55E − 01	2.06E − 01	6.99E − 02	5.16E − 02	5.10E − 02	4.61E − 02	4.02E − 02	3.58E − 02	2.47E − 02
Eyes	0.00E + 00	1.05E − 06‡	5.59E − 05	2.58E − 04	4.65E − 04	4.17E − 04	4.67E − 04	4.96E − 04	4.74E − 04	4.59E − 04	4.01E − 04	3.55E − 04
Lentiform nuclei	0.00E + 00	6.20E − 05	4.37E − 04	1.45E − 03	1.40E − 03	1.00E − 03	9.25E − 04	9.52E − 04	8.69E − 04	8.12E − 04	7.08E − 04	5.87E − 04
Mandible	2.30E − 04	1.05E − 03	2.85E − 03	7.11E − 03	1.02E − 02	6.26E − 03	4.33E − 03	3.88E − 03	3.70E − 03	3.41E − 03	3.29E − 03	2.76E − 03
Other tissues	7.32E − 03	1.88E − 02	3.02E − 02	3.86E − 02	3.58E − 02	2.95E − 02	3.03E − 02	3.16E − 02	3.05E − 02	2.86E − 02	2.70E − 02	2.14E − 02
Skin	1.09E − 02	1.75E − 02	1.90E − 02	1.65E − 02	1.04E − 02	8.01E − 03	9.11E − 03	1.01E − 02	9.47E − 03	8.56E − 03	7.84E − 03	5.76E − 03
Spinal cord	2.60E − 05	5.20E − 05	6.65E − 05	9.58E − 05	1.22E − 04	9.71E − 05	1.07E − 04	9.90E − 05	1.10E − 04	1.06E − 04	9.82E − 05	8.51E − 05
Spinal skeleton	3.53E − 04	1.16E − 03	2.63E − 03	5.87E − 03	7.33E − 03	4.07E − 03	2.69E − 03	2.40E − 03	2.19E − 03	2.12E − 03	1.94E − 03	1.61E − 03
Thalami	0.00E + 00	2.20E − 05	2.25E − 04	1.06E − 03	1.17E − 03	8.17E − 04	7.58E − 04	7.25E − 04	6.61E − 04	6.40E − 04	6.00E − 04	5.13E − 04
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	2.00E − 06‡	2.98E − 05	7.19E − 05	9.68E − 05	1.06E − 04	1.18E − 04	1.27E − 04	1.21E − 04	1.17E − 04	1.01E − 04
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	9.97E − 07‡	9.65E − 05	1.01E − 03	2.22E − 03	2.81E − 03	4.17E − 03	5.34E − 03	6.06E − 03	6.41E − 03	6.93E − 03
White matter	5.10E − 05	5.09E − 03	2.60E − 02	5.91E − 02	5.02E − 02	3.39E − 02	3.29E − 02	3.34E − 02	3.11E − 02	2.88E − 02	2.66E − 02	2.19E − 02
Electron absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.85E − 06‡	7.44E − 06†	3.68E − 05	8.21E − 05	7.15E − 04	2.08E − 02	5.51E − 02	9.34E − 02	2.08E − 01
Caudate nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	5.63E − 08‡	7.06E − 07‡	1.32E − 06*	2.52E − 06	3.29E − 06	5.46E − 06	9.37E − 06
Cerebellum	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	7.82E − 07‡	2.27E − 06†	2.38E − 06*	9.46E − 06	5.52E − 05	2.44E − 03	6.78E − 03	1.15E − 02	2.59E − 02
Cerebral cortex	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.55E − 07‡	1.43E − 06*	1.98E − 05	3.92E − 05	5.53E − 04	1.82E − 02	4.80E − 02	8.15E − 02	1.71E − 01
Cranium	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	9.99E − 01	9.99E − 01	9.96E − 01	9.87E − 01	9.49E − 01	8.69E − 01	7.79E − 01	6.89E − 01	4.42E − 01
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	6.34E − 08†	1.11E − 06	3.44E − 06	4.67E − 06	6.18E − 06	1.36E − 04
Lentiform nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.83E − 07‡	2.32E − 07‡	3.27E − 06	4.80E − 06	8.13E − 06	1.15E − 05	4.87E − 05
Mandible	0.00E + 00	0.00E + 00	2.17E − 06†	2.39E − 06†	4.40E − 06*	1.61E − 05	6.89E − 05	2.15E − 04	5.72E − 04	1.03E − 03	1.55E − 03	3.29E − 03
Other tissues	1.44E − 05	2.57E − 05	3.80E − 05	9.35E − 05	2.15E − 04	7.20E − 04	2.23E − 03	8.32E − 03	2.02E − 02	3.27E − 02	4.42E − 02	6.79E − 02
Skin	1.69E − 05	4.04E − 05	5.42E − 05	1.43E − 04	3.73E − 04	1.17E − 03	3.56E − 03	1.45E − 02	3.67E − 02	5.09E − 02	5.85E − 02	5.54E − 02
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	6.25E − 06*	2.20E − 05	5.32E − 05	8.32E − 05	1.31E − 04	2.22E − 04
Spinal skeleton	0.00E + 00	0.00E + 00	4.41E − 06†	1.98E − 06†	9.54E − 06*	2.58E − 05	7.23E − 05	3.33E − 04	8.84E − 04	1.47E − 03	2.04E − 03	3.57E − 03
Thalami	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.41E − 07‡	1.56E − 06*	1.56E − 06	5.50E − 06	7.27E − 06	8.38E − 06	1.43E − 05
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.55E − 07†	5.47E − 07	9.36E − 07*	1.43E − 06	1.95E − 06
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.69E − 07‡	1.02E − 06†	5.10E − 06	1.78E − 05	2.34E − 05	3.68E − 05	8.72E − 05
White matter	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	6.16E − 07‡	3.74E − 06†	1.35E − 05	3.00E − 05	9.80E − 05	1.96E − 04	2.95E − 04	3.68E − 04	1.06E − 02

*30% < COV < 50%.
†50% < COV < 70%.
‡COV > 70%.

TABLE A7
Absorbed Fractions for Sources Located in the Lateral Ventricles

Targets	Energy (MeV)											
	0.010	0.015	0.020	0.030	0.050	0.100	0.200	0.500	1.000	1.500	2.000	4.000
Photon absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	1.00E + 00	1.00E + 00	9.82E − 01	7.73E − 01	4.00E − 01	2.30E − 01	2.21E − 01	2.21E − 01	2.02E − 01	1.82E − 01	1.67E − 01	1.27E − 01
Caudate nuclei	2.23E − 03	1.48E − 02	2.13E − 02	1.59E − 02	7.04E − 03	3.88E − 03	3.83E − 03	3.90E − 03	3.40E − 03	3.27E − 03	2.99E − 03	2.31E − 03
Cerebellum	1.00E − 06‡	3.88E − 04	4.86E − 03	1.61E − 02	1.42E − 02	8.79E − 03	8.00E − 03	7.78E − 03	7.06E − 03	6.63E − 03	6.12E − 03	4.96E − 03
Cerebral cortex	2.69E − 03	3.24E − 02	8.60E − 02	1.37E − 01	9.49E − 02	5.67E − 02	5.27E − 02	5.13E − 02	4.75E − 02	4.34E − 02	4.06E − 02	3.26E − 02
Cranium	0.00E + 00	2.09E − 04	1.37E − 02	9.92E − 02	1.07E − 01	4.42E − 02	2.57E − 02	2.14E − 02	1.95E − 02	1.79E − 02	1.68E − 02	1.42E − 02
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	2.00E − 06‡	1.13E − 04	3.60E − 04	3.73E − 04	3.94E − 04	3.91E − 04	3.81E − 04	3.73E − 04	3.49E − 04	2.76E − 04
Lentiform nuclei	7.32E − 04	7.44E − 03	1.61E − 02	1.70E − 02	8.62E − 03	4.89E − 03	4.59E − 03	4.59E − 03	4.18E − 03	3.71E − 03	3.48E − 03	2.76E − 03
Mandible	0.00E + 00	0.00E + 00	7.71E − 05	3.18E − 03	9.64E − 03	6.86E − 03	4.36E − 03	3.63E − 03	3.34E − 03	3.17E − 03	3.05E − 03	2.52E − 03
Other tissues	0.00E + 00	2.95E − 06†	5.76E − 04	1.39E − 02	2.85E − 02	2.59E − 02	2.48E − 02	2.52E − 02	2.39E − 02	2.25E − 02	2.11E − 02	1.75E − 02
Skin	0.00E + 00	1.00E − 06‡	2.37E − 04	3.60E − 03	5.82E − 03	4.88E − 03	5.22E − 03	5.55E − 03	5.29E − 03	4.88E − 03	4.52E − 03	3.71E − 03
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	2.95E − 06†	3.75E − 05	8.82E − 05	8.73E − 05	8.83E − 05	8.41E − 05	6.87E − 05	6.69E − 05	6.97E − 05	5.90E − 05
Spinal skeleton	0.00E + 00	0.00E + 00	4.26E − 05	1.72E − 03	5.28E − 03	3.70E − 03	2.29E − 03	1.83E − 03	1.67E − 03	1.59E − 03	1.41E − 03	1.22E − 03
Thalami	1.89E − 03	1.28E − 02	2.34E − 02	2.08E − 02	9.81E − 03	5.37E − 03	5.22E − 03	5.29E − 03	4.66E − 03	4.28E − 03	3.97E − 03	3.23E − 03
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.64E − 05	9.57E − 05	1.06E − 04	1.13E − 04	1.20E − 04	1.06E − 04	1.09E − 04	1.22E − 04	1.04E − 04
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	6.49E − 05	1.14E − 03	2.49E − 03	3.25E − 03	4.95E − 03	6.51E − 03	7.44E − 03	8.04E − 03	8.81E − 03
White matter	1.41E − 01	3.33E − 01	4.50E − 01	4.07E − 01	2.12E − 01	1.20E − 01	1.15E − 01	1.14E − 01	1.04E − 01	9.52E − 02	8.76E − 02	6.85E − 02
Electron absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	9.99E − 01	9.97E − 01	9.95E − 01	9.93E − 01	9.86E − 01
Caudate nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	5.92E − 07‡	1.21E − 06†	1.51E − 06*	5.46E − 06	1.32E − 05	2.81E − 04	2.40E − 03	6.21E − 03	2.40E − 02
Cerebellum	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.62E − 07‡	2.35E − 06*	4.91E − 06	2.00E − 05	4.05E − 05	5.75E − 05	7.47E − 05	1.35E − 04
Cerebral cortex	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	8.84E − 07‡	3.39E − 06*	1.98E − 05	5.26E − 05	1.38E − 04	4.17E − 04	2.70E − 03	7.50E − 03	4.26E − 02
Cranium	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.32E − 08‡	2.23E − 06†	1.25E − 05	3.54E − 05	9.86E − 05	1.74E − 04	2.47E − 04	2.90E − 04	4.63E − 04
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.71E − 07‡	2.31E − 07‡	7.64E − 07†	1.51E − 06	2.06E − 06	3.45E − 06	6.35E − 06
Lentiform nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	9.48E − 07‡	1.36E − 09‡	1.62E − 06*	5.22E − 06	1.32E − 05	9.91E − 05	8.42E − 04	2.09E − 03	9.38E − 03
Mandible	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.32E − 08‡	4.53E − 07‡	3.30E − 06*	9.00E − 06	2.13E − 05	3.20E − 05	3.86E − 05	6.86E − 05
Other tissues	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.20E − 06‡	2.34E − 06*	1.05E − 05	4.60E − 05	1.06E − 04	1.68E − 04	2.20E − 04	4.10E − 04
Skin	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	5.35E − 07‡	8.64E − 07†	2.35E − 06	9.66E − 06	2.49E − 05	3.48E − 05	4.62E − 05	9.34E − 05
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.04E − 07‡	3.44E − 07†	6.88E − 07*	9.35E − 07	1.59E − 06*
Spinal skeleton	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	9.56E − 07‡	8.11E − 07‡	4.64E − 06	1.22E − 05	1.66E − 05	2.27E − 05	3.47E − 05
Thalami	0.00E + 00	0.00E + 00	8.23E − 07‡	4.06E − 07‡	5.18E − 08‡	3.10E − 06*	7.08E − 06	1.37E − 04	9.25E − 04	2.48E − 03	4.87E − 03	1.71E − 02
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	5.45E − 08‡	6.39E − 07*	9.76E − 07	1.29E − 06*	3.10E − 06*
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.31E − 06†	4.63E − 06*	1.28E − 05	2.41E − 05	3.84E − 05	8.70E − 05
White matter	5.91E − 05	1.31E − 04	2.06E − 04	4.99E − 04	1.20E − 03	3.85E − 03	1.19E − 02	4.71E − 02	1.21E − 01	1.95E − 01	2.61E − 01	4.28E − 01

*30% < COV < 50%.
†50% < COV < 70%.
‡COV > 70%.

TABLE A8
Absorbed Fractions for Sources Located in the Lentiform Nuclei

Targets	Energy (MeV)											
	0.010	0.015	0.020	0.030	0.050	0.100	0.200	0.500	1.000	1.500	2.000	4.000
Photon absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	1.00E + 00	9.94E − 01	9.41E − 01	6.95E − 01	3.55E − 01	2.08E − 01	2.01E − 01	2.00E − 01	1.82E − 01	1.65E − 01	1.50E − 01	1.14E − 01
Caudate nuclei	2.04E − 02	4.19E − 02	4.14E − 02	2.40E − 02	9.48E − 03	5.33E − 03	5.37E − 03	5.57E − 03	5.14E − 03	4.66E − 03	4.25E − 03	3.00E − 03
Cerebellum	0.00E + 00	1.89E − 05	1.03E − 03	7.00E − 03	8.31E − 03	5.76E − 03	5.20E − 03	5.05E − 03	4.56E − 03	4.34E − 03	3.95E − 03	3.25E − 03
Cerebral cortex	7.56E − 04	1.98E − 02	6.26E − 02	1.06E − 01	7.65E − 02	4.75E − 02	4.41E − 02	4.28E − 02	3.92E − 02	3.61E − 02	3.34E − 02	2.74E − 02
Cranium	1.40E − 05*	5.39E − 03	4.39E − 02	1.37E − 01	1.19E − 01	4.79E − 02	2.82E − 02	2.37E − 02	2.13E − 02	1.97E − 02	1.85E − 02	1.52E − 02
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	4.00E − 06†	2.33E − 04	6.61E − 04	6.87E − 04	6.91E − 04	6.71E − 04	6.29E − 04	5.85E − 04	5.50E − 04	4.81E − 04
Lentiform nuclei	8.51E − 01	5.99E − 01	3.71E − 01	1.50E − 01	4.96E − 02	2.82E − 02	3.05E − 02	3.21E − 02	2.84E − 02	2.40E − 02	2.04E − 02	1.13E − 02
Mandible	0.00E + 00	1.60E − 05†	9.02E − 04	1.15E − 02	2.16E − 02	1.28E − 02	8.09E − 03	6.82E − 03	6.31E − 03	5.83E − 03	5.31E − 03	4.56E − 03
Other tissues	0.00E + 00	1.19E − 04	4.72E − 03	3.44E − 02	5.15E − 02	4.20E − 02	4.01E − 02	3.98E − 02	3.73E − 02	3.45E − 02	3.23E − 02	2.66E − 02
Skin	0.00E + 00	0.00E + 00	1.51E − 04	2.86E − 03	5.05E − 03	4.77E − 03	5.07E − 03	5.45E − 03	5.29E − 03	4.80E − 03	4.46E − 03	3.67E − 03
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	4.80E − 09‡	4.39E − 05	9.04E − 05	9.23E − 05	8.80E − 05	8.60E − 05	7.60E − 05	5.86E − 05	6.01E − 05	5.17E − 05
Spinal skeleton	0.00E + 00	0.00E + 00	8.40E − 05	2.39E − 03	6.79E − 03	4.50E − 03	2.65E − 03	1.94E − 03	1.65E − 03	1.49E − 03	1.42E − 03	1.13E − 03
Thalami	2.79E − 02	5.96E − 02	6.31E − 02	3.86E − 02	1.57E − 02	8.77E − 03	8.78E − 03	8.95E − 03	8.28E − 03	7.55E − 03	6.90E − 03	5.00E − 03
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.42E − 05	1.47E − 04	1.90E − 04	1.93E − 04	1.76E − 04	1.80E − 04	1.76E − 04	1.68E − 04	1.44E − 04
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	1.00E − 06‡	1.64E − 04	2.07E − 03	3.88E − 03	4.84E − 03	6.68E − 03	8.51E − 03	9.53E − 03	1.03E − 02	1.08E − 02
White matter	9.92E − 02	2.65E − 01	3.83E − 01	3.50E − 01	1.86E − 01	1.07E − 01	1.02E − 01	1.00E − 01	9.22E − 02	8.38E − 02	7.73E − 02	6.06E − 02
Electron absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	9.99E − 01	9.97E − 01	9.95E − 01	9.93E − 01	9.85E − 01
Caudate nuclei	1.02E − 05	1.92E − 05	2.74E − 05	7.35E − 05	1.93E − 04	5.72E − 04	1.83E − 03	7.00E − 03	1.75E − 02	2.82E − 02	3.81E − 02	5.58E − 02
Cerebellum	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	7.06E − 07‡	1.80E − 06*	3.91E − 06	1.23E − 05	2.47E − 05	3.83E − 05	4.51E − 05	8.58E − 05
Cerebral cortex	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.79E − 06	1.60E − 05	3.76E − 05	1.17E − 04	2.21E − 04	5.05E − 04	1.90E − 03	2.34E − 02
Cranium	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.50E − 06*	1.84E − 05	4.32E − 05	1.14E − 04	1.95E − 04	2.78E − 04	3.19E − 04	1.25E − 03
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	9.66E − 08‡	1.24E − 06*	3.77E − 06	4.96E − 06	7.29E − 06	1.09E − 05
Lentiform nuclei	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	9.99E − 01	9.96E − 01	9.87E − 01	9.49E − 01	8.72E − 01	7.91E − 01	7.15E − 01	4.71E − 01
Mandible	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.59E − 06	1.22E − 05	2.23E − 05	4.31E − 05	6.06E − 05	7.75E − 05	1.36E − 04
Other tissues	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.50E − 06†	9.11E − 06	2.27E − 05	7.79E − 05	1.72E − 04	2.73E − 04	3.47E − 04	6.68E − 04
Skin	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	8.75E − 07‡	2.13E − 06*	8.61E − 06	2.21E − 05	3.52E − 05	4.15E − 05	8.92E − 05
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	5.92E − 08‡	3.90E − 07*	2.63E − 07*	3.48E − 07*	7.53E − 07*	1.31E − 06*
Spinal skeleton	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	7.67E − 07‡	1.64E − 06†	6.91E − 06	1.38E − 05	1.68E − 05	2.36E − 05	3.83E − 05
Thalami	1.74E − 05	3.17E − 05	4.03E − 05	8.67E − 05	2.27E − 04	7.46E − 04	2.40E − 03	9.58E − 03	2.38E − 02	3.78E − 02	5.05E − 02	8.09E − 02
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.15E − 07‡	3.91E − 07‡	1.22E − 06*	9.85E − 07*	1.14E − 06	3.07E − 06
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.16E − 07‡	2.63E − 06*	6.40E − 06	1.76E − 05	3.20E − 05	5.47E − 05	1.29E − 04
White matter	4.65E − 05	8.51E − 05	1.63E − 04	3.16E − 04	7.89E − 04	2.75E − 03	8.32E − 03	3.24E − 02	8.33E − 02	1.36E − 01	1.85E − 01	3.43E − 01

*30% < COV < 50%.
†50% < COV < 70%.
‡COV > 70%.

TABLE A9
Absorbed Fractions for Sources Located in the Spinal CSF

Targets	Energy (MeV)											
	0.010	0.015	0.020	0.030	0.050	0.100	0.200	0.500	1.000	1.500	2.000	4.000
Photon absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	0.00E + 00	8.39E − 05	1.85E − 03	1.24E − 02	2.52E − 02	2.46E − 02	2.45E − 02	2.47E − 02	2.37E − 02	2.19E − 02	2.05E − 02	1.73E − 02
Caudate nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	1.94E − 06‡	3.91E − 05	1.30E − 04	1.58E − 04	1.61E − 04	1.59E − 04	1.43E − 04	1.41E − 04	1.24E − 04	1.03E − 04
Cerebellum	0.00E + 00	2.00E − 06‡	1.40E − 04	1.71E − 03	3.58E − 03	3.39E − 03	3.44E − 03	3.39E − 03	3.32E − 03	3.06E − 03	2.86E − 03	2.43E − 03
Cerebral cortex	0.00E + 00	7.09E − 05	1.15E − 03	5.54E − 03	9.91E − 03	9.65E − 03	9.74E − 03	9.94E − 03	9.67E − 03	8.94E − 03	8.30E − 03	7.12E − 03
Cranium	4.22E − 03	1.10E − 02	1.68E − 02	2.51E − 02	3.01E − 02	1.64E − 02	1.09E − 02	9.40E − 03	8.82E − 03	8.18E − 03	7.63E − 03	6.36E − 03
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.80E − 06†	3.60E − 05	8.52E − 05	1.08E − 04	1.15E − 04	1.07E − 04	1.08E − 04	1.34E − 04	9.02E − 05
Lentiform nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	4.94E − 06†	1.64E − 04	4.27E − 04	4.31E − 04	4.06E − 04	3.97E − 04	3.78E − 04	3.35E − 04	2.99E − 04	2.52E − 04
Mandible	0.00E + 00	0.00E + 00	3.68E − 05	3.56E − 03	1.33E − 02	9.35E − 03	5.97E − 03	5.03E − 03	4.59E − 03	4.38E − 03	4.14E − 03	3.48E − 03
Other tissues	1.00E − 06	1.36E − 04	9.90E − 03	1.02E − 01	1.40E − 01	1.10E − 01	1.08E − 01	1.09E − 01	1.01E − 01	9.40E − 02	8.78E − 02	7.18E − 02
Skin	0.00E + 00	1.00E − 06	1.55E − 04	2.59E − 03	4.62E − 03	4.40E − 03	4.76E − 03	5.21E − 03	4.93E − 03	4.55E − 03	4.36E − 03	3.55E − 03
Spinal cord	9.25E − 02	1.17E − 01	8.18E − 02	3.42E − 02	1.17E − 02	6.99E − 03	7.51E − 03	7.94E − 03	7.39E − 03	6.57E − 03	5.83E − 03	3.31E − 03
Spinal skeleton	1.86E − 01	4.39E − 01	6.25E − 01	6.14E − 01	3.05E − 01	1.01E − 01	7.04E − 02	6.69E − 02	6.15E − 02	5.61E − 02	5.10E − 02	3.85E − 02
Thalami	0.00E + 00	0.00E + 00	1.79E − 05*	2.23E − 04	5.23E − 04	4.66E − 04	4.24E − 04	4.36E − 04	4.05E − 04	3.56E − 04	3.55E − 04	3.02E − 04
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	3.07E − 05	7.86E − 04	1.40E − 03	1.10E − 03	1.03E − 03	1.01E − 03	9.27E − 04	8.48E − 04	8.17E − 04	6.51E − 04
Trunk	4.10E − 03	1.08E − 02	1.86E − 02	4.00E − 02	6.91E − 02	6.96E − 02	6.89E − 02	7.29E − 02	7.29E − 02	7.15E − 02	6.94E − 02	6.13E − 02
White matter	0.00E + 00	1.10E − 05	5.33E − 04	4.54E − 03	1.03E − 02	1.01E − 02	9.98E − 03	1.00E − 02	9.47E − 03	8.78E − 03	8.26E − 03	6.87E − 03
Electron absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.61E − 06†	1.22E − 05	4.61E − 05	1.01E − 04	1.71E − 04	2.22E − 04	2.47E − 03
Caudate nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.23E − 07†	6.03E − 07*	1.66E − 06	1.50E − 06	2.52E − 06
Cerebellum	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	9.02E − 07‡	2.54E − 06*	6.53E − 06	1.52E − 05	2.40E − 05	3.20E − 05	7.17E − 05
Cerebral cortex	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.22E − 06†	4.66E − 06	1.98E − 05	4.13E − 05	6.76E − 05	9.03E − 05	2.19E − 03
Cranium	1.55E − 06‡	3.74E − 06†	1.03E − 05	1.54E − 05	3.54E − 05	1.38E − 04	3.43E − 04	1.45E − 03	3.71E − 03	6.12E − 03	8.56E − 03	1.40E − 02
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.70E − 08‡	5.56E − 07‡	2.29E − 07*	4.73E − 07*	3.56E − 07	2.48E − 06
Lentiform nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	8.06E − 08‡	6.15E − 09‡	6.97E − 07*	1.53E − 06*	3.64E − 06	3.75E − 06	8.96E − 06
Mandible	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.02E − 06‡	3.81E − 06*	1.65E − 05	3.22E − 05	4.58E − 05	6.09E − 05	1.09E − 04
Other tissues	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.42E − 06	2.28E − 05	5.10E − 05	2.12E − 04	4.74E − 04	7.52E − 04	1.01E − 03	8.01E − 03
Skin	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	6.53E − 07‡	2.13E − 06*	7.61E − 06	2.14E − 05	3.40E − 05	4.76E − 05	8.94E − 05
Spinal cord	3.91E − 05	9.16E − 05	1.67E − 04	3.29E − 04	8.38E − 04	2.71E − 03	8.62E − 03	3.44E − 02	8.81E − 02	1.39E − 01	1.62E − 01	1.16E − 01
Spinal skeleton	8.45E − 05	1.61E − 04	2.81E − 04	6.04E − 04	1.53E − 03	4.87E − 03	1.52E − 02	6.02E − 02	1.57E − 01	2.57E − 01	3.33E − 01	5.22E − 01
Thalami	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.49E − 08‡	3.65E − 08‡	6.26E − 07	2.24E − 06	3.19E − 06	3.84E − 06	9.24E − 06
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.08E − 08‡	5.19E − 07†	2.08E − 06*	5.13E − 06	9.10E − 06	7.44E − 06	1.90E − 05
Trunk	1.46E − 06‡	3.66E − 06†	7.36E − 06*	9.27E − 06	4.07E − 05	1.22E − 04	3.96E − 04	1.49E − 03	3.89E − 03	6.51E − 03	9.13E − 03	1.85E − 02
White matter	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.38E − 06*	4.72E − 06	1.76E − 05	3.94E − 05	6.87E − 05	8.76E − 05	1.76E − 04

*30% < COV < 50%.
†50% < COV < 70%.
‡COV > 70%.

TABLE A10
Absorbed Fractions for Sources Located in the Spinal Skeleton

Targets	Energy (MeV)											
	0.010	0.015	0.020	0.030	0.050	0.100	0.200	0.500	1.000	1.500	2.000	4.000
Photon absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	0.00E + 00	2.80E − 05	8.79E − 04	9.77E − 03	2.34E − 02	2.41E − 02	2.39E − 02	2.41E − 02	2.31E − 02	2.19E − 02	2.04E − 02	1.73E − 02
Caudate nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.07E − 05	1.50E − 04	1.54E − 04	1.61E − 04	1.56E − 04	1.39E − 04	1.24E − 04	1.28E − 04	1.15E − 04
Cerebellum	0.00E + 00	1.02E − 06‡	9.78E − 05	1.39E − 03	3.45E − 03	3.37E − 03	3.40E − 03	3.48E − 03	3.31E − 03	3.07E − 03	2.86E − 03	2.44E − 03
Cerebral cortex	0.00E + 00	2.70E − 05	5.37E − 04	4.35E − 03	9.08E − 03	9.38E − 03	9.50E − 03	9.67E − 03	9.29E − 03	8.89E − 03	8.31E − 03	7.04E − 03
Cranium	1.14E − 03	4.07E − 03	9.03E − 03	2.14E − 02	2.88E − 02	1.61E − 02	1.07E − 02	9.35E − 03	8.73E − 03	8.16E − 03	7.73E − 03	6.37E − 03
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.99E − 06†	3.92E − 05	8.30E − 05	1.04E − 04	1.24E − 04	1.25E − 04	1.22E − 04	1.12E − 04	9.48E − 05
Lentiform nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	4.99E − 06*	1.21E − 04	4.43E − 04	4.14E − 04	3.93E − 04	3.93E − 04	3.53E − 04	3.42E − 04	3.27E − 04	2.58E − 04
Mandible	0.00E + 00	2.00E − 06‡	2.16E − 04	4.59E − 03	1.38E − 02	9.42E − 03	6.03E − 03	5.20E − 03	4.75E − 03	4.38E − 03	4.14E − 03	3.47E − 03
Other tissues	1.40E − 02	4.31E − 02	8.59E − 02	1.56E − 01	1.55E − 01	1.17E − 01	1.16E − 01	1.18E − 01	1.10E − 01	1.02E − 01	9.44E − 02	7.61E − 02
Skin	0.00E + 00	9.71E − 05	8.73E − 04	3.64E − 03	4.92E − 03	4.47E − 03	4.80E − 03	5.34E − 03	4.98E − 03	4.75E − 03	4.48E − 03	3.55E − 03
Spinal cord	3.92E − 04	3.46E − 03	6.31E − 03	6.78E − 03	3.89E − 03	2.62E − 03	2.72E − 03	2.79E − 03	2.59E − 03	2.40E − 03	2.23E − 03	1.70E − 03
Spinal skeleton	9.77E − 01	9.29E − 01	8.54E − 01	6.43E − 01	3.08E − 01	1.04E − 01	7.55E − 02	7.33E − 02	6.61E − 02	5.85E − 02	5.20E − 02	3.59E − 02
Thalami	0.00E + 00	0.00E + 00	2.96E − 06†	1.88E − 04	4.50E − 04	4.43E − 04	4.43E − 04	4.09E − 04	3.92E − 04	3.57E − 04	3.34E − 04	2.71E − 04
Thyroid	0.00E + 00	1.00E − 06‡	1.40E − 04	9.24E − 04	1.41E − 03	1.09E − 03	1.02E − 03	1.02E − 03	9.08E − 04	8.65E − 04	8.00E − 04	6.53E − 04
Trunk	1.07E − 03	4.03E − 03	1.03E − 02	3.40E − 02	6.49E − 02	6.67E − 02	6.61E − 02	7.03E − 02	7.09E − 02	6.91E − 02	6.71E − 02	5.95E − 02
White matter	0.00E + 00	0.00E + 00	2.34E − 04	3.58E − 03	9.53E − 03	9.98E − 03	9.68E − 03	9.68E − 03	9.33E − 03	8.82E − 03	8.22E − 03	6.95E − 03
Electron absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.93E − 06†	1.19E − 05	5.50E − 05	1.25E − 04	1.87E − 04	2.50E − 04	2.20E − 03
Caudate nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.54E − 07‡	2.22E − 07†	1.23E − 06*	1.17E − 06	2.08E − 06	3.40E − 06
Cerebellum	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.37E − 06†	1.15E − 06*	7.96E − 06	1.77E − 05	2.66E − 05	3.82E − 05	2.00E − 04
Cerebral cortex	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.10E − 06‡	5.43E − 06	2.27E − 05	5.06E − 05	7.40E − 05	9.97E − 05	1.77E − 03
Cranium	7.34E − 07‡	2.33E − 06‡	4.58E − 06*	1.51E − 05	3.13E − 05	8.96E − 05	2.95E − 04	1.11E − 03	2.83E − 03	4.92E − 03	6.91E − 03	1.25E − 02
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.31E − 07*	2.04E − 07*	3.58E − 07	1.41E − 06	1.56E − 06
Lentiform nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.84E − 08‡	7.79E − 07*	1.85E − 06	3.95E − 06	4.13E − 06	6.95E − 06
Mandible	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	5.58E − 07‡	1.93E − 06†	7.75E − 06	1.67E − 05	3.50E − 05	5.31E − 05	7.27E − 05	1.13E − 04
Other tissues	2.23E − 05	3.47E − 05	7.98E − 05	1.58E − 04	3.35E − 04	1.17E − 03	3.76E − 03	1.43E − 02	3.67E − 02	6.17E − 02	8.73E − 02	1.85E − 01
Skin	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	9.89E − 07†	3.15E − 06	1.12E − 05	2.71E − 05	3.82E − 05	5.16E − 05	9.84E − 05
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.01E − 06‡	1.22E − 06*	2.19E − 06	8.46E − 06	1.74E − 05	7.43E − 04	3.87E − 03	1.98E − 02
Spinal skeleton	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	9.99E − 01	9.98E − 01	9.93E − 01	9.74E − 01	9.33E − 01	8.88E − 01	8.42E − 01	6.73E − 01
Thalami	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.62E − 07†	7.49E − 07	2.39E − 06	3.42E − 06	4.50E − 06	8.81E − 06
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	7.29E − 08‡	4.36E − 07†	3.17E − 06	6.53E − 06	8.54E − 06	1.12E − 05	1.97E − 05
Trunk	1.55E − 06‡	3.91E − 06*	1.15E − 06‡	1.12E − 05*	3.51E − 05	8.32E − 05	2.82E − 04	1.12E − 03	3.09E − 03	5.23E − 03	7.45E − 03	1.64E − 02
White matter	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.45E − 06†	4.53E − 06	2.21E − 05	4.92E − 05	7.58E − 05	9.90E − 05	2.02E − 04

*30% < COV < 50%.
†50% < COV < 70%.
‡COV > 70%.

TABLE A11
Absorbed Fractions for Sources Located in the Thalami

Targets	Energy (MeV)											
	0.010	0.015	0.020	0.030	0.050	0.100	0.200	0.500	1.000	1.500	2.000	4.000
Photon absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	1.00E + 00	9.98E − 01	9.62E − 01	7.33E − 01	3.79E − 01	2.20E − 01	2.11E − 01	2.11E − 01	1.93E − 01	1.74E − 01	1.58E − 01	1.20E − 01
Caudate nuclei	2.90E − 03	1.28E − 02	1.79E − 02	1.40E − 02	6.26E − 03	3.55E − 03	3.43E − 03	3.49E − 03	3.21E − 03	2.92E − 03	2.74E − 03	2.06E − 03
Cerebellum	0.00E + 00	9.67E − 05	3.50E − 03	1.48E − 02	1.41E − 02	8.96E − 03	8.09E − 03	7.78E − 03	7.04E − 03	6.61E − 03	6.10E − 03	4.99E − 03
Cerebral cortex	2.90E − 05	7.77E − 03	4.70E − 02	1.02E − 01	7.86E − 02	4.85E − 02	4.45E − 02	4.33E − 02	3.96E − 02	3.65E − 02	3.36E − 02	2.72E − 02
Cranium	0.00E + 00	1.75E − 03	2.86E − 02	1.20E − 01	1.16E − 01	4.75E − 02	2.75E − 02	2.27E − 02	2.05E − 02	1.89E − 02	1.77E − 02	1.45E − 02
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	1.00E − 06‡	1.06E − 04	4.08E − 04	4.52E − 04	4.84E − 04	4.84E − 04	4.44E − 04	4.12E − 04	3.89E − 04	3.05E − 04
Lentiform nuclei	3.40E − 02	7.25E − 02	7.69E − 02	4.75E − 02	1.93E − 02	1.07E − 02	1.07E − 02	1.09E − 02	1.01E − 02	8.97E − 03	8.47E − 03	6.09E − 03
Mandible	0.00E + 00	9.89E − 07‡	3.87E − 04	8.36E − 03	1.89E − 02	1.16E − 02	7.17E − 03	5.94E − 03	5.38E − 03	5.08E − 03	4.73E − 03	4.00E − 03
Other tissues	0.00E + 00	5.64E − 05	3.90E − 03	3.68E − 02	5.58E − 02	4.51E − 02	4.26E − 02	4.22E − 02	3.95E − 02	3.63E − 02	3.42E − 02	2.82E − 02
Skin	0.00E + 00	0.00E + 00	8.34E − 05	2.57E − 03	5.11E − 03	4.74E − 03	4.95E − 03	5.33E − 03	5.07E − 03	4.70E − 03	4.42E − 03	3.58E − 03
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	4.97E − 06*	1.02E − 04	1.54E − 04	1.41E − 04	1.40E − 04	1.34E − 04	1.19E − 04	1.24E − 04	1.15E − 04	8.54E − 05
Spinal skeleton	0.00E + 00	2.00E − 06‡	2.46E − 04	5.07E − 03	1.10E − 02	6.55E − 03	3.80E − 03	3.05E − 03	2.75E − 03	2.40E − 03	2.34E − 03	1.84E − 03
Thalami	8.65E − 01	6.17E − 01	3.88E − 01	1.58E − 01	5.22E − 02	2.96E − 02	3.21E − 02	3.38E − 02	3.01E − 02	2.53E − 02	2.15E − 02	1.21E − 02
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.54E − 05	1.76E − 04	1.82E − 04	1.74E − 04	2.18E − 04	1.76E − 04	1.72E − 04	1.67E − 04	1.37E − 04
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.07E − 04	2.21E − 03	4.42E − 03	5.32E − 03	7.26E − 03	9.28E − 03	1.04E − 02	1.09E − 02	1.19E − 02
White matter	9.22E − 02	2.58E − 01	3.86E − 01	3.62E − 01	1.93E − 01	1.10E − 01	1.04E − 01	1.03E − 01	9.50E − 02	8.66E − 02	7.95E − 02	6.26E − 02
Electron absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	9.99E − 01	9.97E − 01	9.95E − 01	9.93E − 01	9.86E − 01
Caudate nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.18E − 08‡	2.94E − 06	4.78E − 06	1.38E − 04	1.30E − 03	3.84E − 03	7.04E − 03	1.95E − 02
Cerebellum	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	9.93E − 07‡	3.22E − 06	6.95E − 06	1.77E − 05	4.03E − 05	5.44E − 05	7.07E − 05	1.30E − 04
Cerebral cortex	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.28E − 06‡	5.29E − 06*	1.51E − 05	3.75E − 05	1.13E − 04	2.23E − 04	3.30E − 04	4.28E − 04	3.12E − 03
Cranium	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	6.28E − 07‡	3.34E − 06*	1.47E − 05	5.01E − 05	1.11E − 04	1.92E − 04	2.58E − 04	3.20E − 04	5.06E − 04
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.49E − 07‡	5.61E − 07†	1.83E − 06	2.80E − 06	2.87E − 06	7.82E − 06
Lentiform nuclei	1.41E − 05*	3.49E − 05	7.26E − 05	1.11E − 04	2.70E − 04	9.75E − 04	2.98E − 03	1.17E − 02	2.89E − 02	4.68E − 02	6.20E − 02	9.84E − 02
Mandible	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.06E − 06	7.05E − 06	2.10E − 05	3.81E − 05	5.16E − 05	7.23E − 05	1.14E − 04
Other tissues	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	8.18E − 06	2.24E − 05	8.50E − 05	1.88E − 04	2.86E − 04	3.60E − 04	7.17E − 04
Skin	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	7.84E − 07†	1.76E − 06*	9.22E − 06	2.32E − 05	3.21E − 05	4.72E − 05	8.19E − 05
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.05E − 07‡	1.86E − 07†	5.09E − 07*	5.87E − 07	1.43E − 06*	1.96E − 06
Spinal skeleton	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	6.66E − 07‡	2.19E − 06*	3.93E − 06	1.14E − 05	2.37E − 05	2.91E − 05	3.83E − 05	5.83E − 05
Thalami	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	9.99E − 01	9.96E − 01	9.89E − 01	9.56E − 01	8.88E − 01	8.12E − 01	7.37E − 01	4.86E − 01
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.17E − 07†	6.07E − 07*	1.44E − 06	1.39E − 06*	2.96E − 06
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	8.57E − 07‡	9.96E − 07*	7.81E − 06	2.36E − 05	3.80E − 05	5.71E − 05	1.37E − 04
White matter	3.83E − 05	7.11E − 05	1.29E − 04	2.69E − 04	7.52E − 04	2.46E − 03	7.61E − 03	3.03E − 02	7.69E − 02	1.24E − 01	1.71E − 01	3.36E − 01

*30% < COV < 50%.
†50% < COV < 70%.
‡COV > 70%.

TABLE A12
Absorbed Fractions for Sources Located in the Third Ventricle

Targets	Energy (MeV)											
	0.010	0.015	0.020	0.030	0.050	0.100	0.200	0.500	1.000	1.500	2.000	4.000
Photon absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	1.00E + 00	9.99E − 01	9.73E − 01	7.56E − 01	3.93E − 01	2.27E − 01	2.18E − 01	2.17E − 01	1.98E − 01	1.79E − 01	1.63E − 01	1.24E − 01
Caudate nuclei	1.10E − 05*	2.67E − 03	9.72E − 03	1.10E − 02	5.68E − 03	3.08E − 03	2.92E − 03	2.81E − 03	2.60E − 03	2.45E − 03	2.16E − 03	1.77E − 03
Cerebellum	0.00E + 00	1.25E − 04	3.81E − 03	1.60E − 02	1.46E − 02	9.29E − 03	8.31E − 03	8.02E − 03	7.35E − 03	6.80E − 03	6.28E − 03	5.07E − 03
Cerebral cortex	1.00E − 06‡	4.49E − 03	3.96E − 02	1.00E − 01	8.01E − 02	4.90E − 02	4.47E − 02	4.32E − 02	3.95E − 02	3.61E − 02	3.38E − 02	2.74E − 02
Cranium	0.00E + 00	8.28E − 04	2.01E − 02	1.09E − 01	1.12E − 01	4.66E − 02	2.69E − 02	2.21E − 02	1.97E − 02	1.87E − 02	1.72E − 02	1.43E − 02
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.12E − 04	4.08E − 04	4.54E − 04	4.73E − 04	4.68E − 04	4.62E − 04	4.28E − 04	3.85E − 04	3.02E − 04
Lentiform nuclei	1.80E − 04	1.25E − 02	3.23E − 02	3.04E − 02	1.41E − 02	7.72E − 03	7.43E − 03	7.44E − 03	6.75E − 03	6.13E − 03	5.73E − 03	4.62E − 03
Mandible	0.00E + 00	1.00E − 06‡	2.13E − 04	6.69E − 03	1.66E − 02	1.06E − 02	6.70E − 03	5.41E − 03	4.98E − 03	4.66E − 03	4.34E − 03	3.53E − 03
Other tissues	0.00E + 00	1.66E − 05	2.69E − 03	3.08E − 02	5.05E − 02	4.15E − 02	3.90E − 02	3.86E − 02	3.61E − 02	3.35E − 02	3.12E − 02	2.58E − 02
Skin	0.00E + 00	0.00E + 00	1.02E − 04	2.56E − 03	5.04E − 03	4.70E − 03	4.98E − 03	5.34E − 03	5.08E − 03	4.70E − 03	4.42E − 03	3.59E − 03
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	1.20E − 05*	7.96E − 05	1.59E − 04	1.51E − 04	1.35E − 04	1.52E − 04	1.36E − 04	1.13E − 04	1.14E − 04	8.76E − 05
Spinal skeleton	0.00E + 00	2.00E − 06‡	1.89E − 04	4.62E − 03	1.03E − 02	6.33E − 03	3.72E − 03	2.92E − 03	2.65E − 03	2.44E − 03	2.27E − 03	1.91E − 03
Thalami	4.22E − 02	1.65E − 01	1.71E − 01	9.22E − 02	3.34E − 02	1.86E − 02	1.92E − 02	2.00E − 02	1.85E − 02	1.69E − 02	1.55E − 02	1.09E − 02
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.62E − 05	1.71E − 04	1.68E − 04	1.70E − 04	1.67E − 04	1.68E − 04	1.64E − 04	1.59E − 04	1.43E − 04
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	5.93E − 08‡	1.76E − 04	1.90E − 03	3.99E − 03	4.95E − 03	7.02E − 03	9.04E − 03	1.01E − 02	1.06E − 02	1.15E − 02
White matter	3.46E − 01	4.84E − 01	5.14E − 01	4.16E − 01	2.12E − 01	1.21E − 01	1.16E − 01	1.16E − 01	1.06E − 01	9.64E − 02	8.76E − 02	6.63E − 02
Electron absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	9.99E − 01	9.97E − 01	9.95E − 01	9.93E − 01	9.86E − 01
Caudate nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	9.30E − 07‡	1.02E − 06*	2.95E − 06*	8.99E − 06	1.49E − 05	2.37E − 05	3.02E − 05	1.93E − 04
Cerebellum	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	8.47E − 07‡	3.05E − 06*	4.78E − 06	2.15E − 05	3.98E − 05	6.53E − 05	7.39E − 05	1.43E − 04
Cerebral cortex	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.19E − 06*	1.47E − 05	3.50E − 05	1.10E − 04	2.21E − 04	3.31E − 04	4.16E − 04	9.01E − 04
Cranium	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	7.39E − 07‡	3.53E − 06†	1.67E − 05	4.42E − 05	1.06E − 04	1.80E − 04	2.47E − 04	2.96E − 04	4.76E − 04
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.38E − 07‡	4.45E − 07†	8.32E − 07*	1.81E − 06*	3.01E − 06	4.09E − 06	7.78E − 06
Lentiform nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.75E − 06*	3.57E − 06*	9.99E − 06	2.69E − 05	4.38E − 05	6.49E − 05	9.18E − 05	1.19E − 02
Mandible	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.71E − 06†	4.70E − 06	1.80E − 05	3.50E − 05	4.71E − 05	5.91E − 05	1.12E − 04
Other tissues	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	6.36E − 07‡	5.12E − 06	2.08E − 05	7.39E − 05	1.72E − 04	2.67E − 04	3.50E − 04	6.41E − 04
Skin	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.55E − 07°	2.81E − 06	7.67E − 06	2.31E − 05	3.25E − 05	4.52E − 05	8.42E − 05
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.50E − 08‡	3.21E − 07*	6.51E − 07‡	1.29E − 06*	9.58E − 07*	1.88E − 06
Spinal skeleton	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	6.43E − 07‡	2.12E − 07‡	2.09E − 06*	1.05E − 05	2.30E − 05	3.09E − 05	3.50E − 05	5.74E − 05
Thalami	0.00E + 00	4.88E − 07‡	0.00E + 00	2.98E − 06*	1.29E − 05	1.74E − 05	3.21E − 05	8.51E − 05	9.58E − 03	5.70E − 02	1.26E − 01	2.67E − 01
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.78E − 07‡	2.62E − 07†	1.19E − 06*	1.94E − 06	1.26E − 06*	4.11E − 06
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	9.29E − 07†	7.18E − 06	2.25E − 05	3.69E − 05	4.98E − 05	1.36E − 04
White matter	2.14E − 04	4.43E − 04	7.37E − 04	1.58E − 03	3.82E − 03	1.27E − 02	3.87E − 02	1.53E − 01	3.67E − 01	4.92E − 01	5.23E − 01	5.00E − 01

*30% < COV < 50%.
†50% < COV < 70%.
‡COV > 70%.

TABLE A13
Absorbed Fractions for Sources Located in the Thyroid

Targets	Energy (MeV)											
	0.010	0.015	0.020	0.030	0.050	0.100	0.200	0.500	1.000	1.500	2.000	4.000
Photon absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	0.00E + 00	0.00E + 00	1.40E − 05†	1.37E − 03	6.16E − 03	7.64E − 03	8.02E − 03	8.96E − 03	9.18E − 03	8.81E − 03	8.53E − 03	7.55E − 03
Caudate nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.01E − 05	5.07E − 05	7.24E − 05	8.19E − 05	8.71E − 05	8.08E − 05	7.59E − 05	7.04E − 05	6.63E − 05
Cerebellum	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.68E − 05	4.48E − 04	6.12E − 04	6.63E − 04	7.65E − 04	7.90E − 04	7.50E − 04	7.50E − 04	6.72E − 04
Cerebral cortex	0.00E + 00	0.00E + 00	5.98E − 06*	5.54E − 04	2.33E − 03	2.94E − 03	3.11E − 03	3.58E − 03	3.70E − 03	3.49E − 03	3.40E − 03	3.04E − 03
Cranium	0.00E + 00	0.00E + 00	4.94E − 05	2.04E − 03	6.10E − 03	4.76E − 03	3.23E − 03	2.88E − 03	2.94E − 03	2.84E − 03	2.74E − 03	2.36E − 03
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.12E − 06†	4.23E − 05	7.75E − 05	1.03E − 04	1.28E − 04	1.24E − 04	1.22E − 04	1.27E − 04	9.40E − 05
Lentiform nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	9.76E − 07‡	3.99E − 05	1.61E − 04	1.75E − 04	1.88E − 04	1.92E − 04	1.79E − 04	1.71E − 04	1.69E − 04	1.48E − 04
Mandible	0.00E + 00	8.66E − 05	2.39E − 03	1.68E − 02	2.31E − 02	1.15E − 02	6.93E − 03	5.90E − 03	5.37E − 03	4.94E − 03	4.71E − 03	3.82E − 03
Other tissues	1.47E − 01	3.66E − 01	4.82E − 01	4.09E − 01	2.15E − 01	1.30E − 01	1.27E − 01	1.30E − 01	1.21E − 01	1.11E − 01	1.03E − 01	8.12E − 02
Skin	6.00E − 06	1.84E − 03	7.48E − 03	1.00E − 02	6.53E − 03	4.54E − 03	4.63E − 03	5.07E − 03	4.76E − 03	4.46E − 03	4.17E − 03	3.38E − 03
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	9.02E − 06*	2.47E − 04	4.59E − 04	3.43E − 04	3.39E − 04	3.34E − 04	3.00E − 04	2.72E − 04	2.72E − 04	2.10E − 04
Spinal skeleton	0.00E + 00	1.32E − 04	3.95E − 03	2.51E − 02	3.13E − 02	1.46E − 02	8.86E − 03	7.38E − 03	6.85E − 03	6.18E − 03	5.74E − 03	4.69E − 03
Thalami	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	5.53E − 05	1.56E − 04	1.61E − 04	1.69E − 04	1.54E − 04	1.49E − 04	1.37E − 04	1.46E − 04	1.19E − 04
Thyroid	8.48E − 01	5.99E − 01	3.78E − 01	1.56E − 01	5.18E − 02	2.97E − 02	3.21E − 02	3.36E − 02	2.99E − 02	2.53E − 02	2.15E − 02	1.25E − 02
Trunk	4.72E − 03	2.73E − 02	7.45E − 02	1.55E − 01	1.68E − 01	1.31E − 01	1.24E − 01	1.27E − 01	1.24E − 01	1.19E − 01	1.14E − 01	9.82E − 02
White matter	0.00E + 00	0.00E + 00	7.02E − 06*	6.35E − 04	2.89E − 03	3.54E − 03	3.68E − 03	4.05E − 03	4.14E − 03	4.04E − 03	3.86E − 03	3.39E − 03
Electron absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	6.93E − 07‡	9.16E − 07‡	2.72E − 06*	1.51E − 05	3.28E − 05	5.02E − 05	7.15E − 05	1.54E − 04
Caudate nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.46E − 08‡	7.58E − 08†	1.57E − 07†	3.12E − 07†	5.83E − 07†	8.96E − 07*
Cerebellum	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.00E − 06†	1.34E − 06*	2.68E − 06	3.64E − 06	6.77E − 06	1.50E − 05
Cerebral cortex	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	8.02E − 08‡	1.23E − 06*	5.19E − 06	1.10E − 05	2.08E − 05	2.75E − 05	5.98E − 05
Cranium	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	5.06E − 07‡	1.92E − 06*	7.83E − 06	1.62E − 05	2.38E − 05	3.08E − 05	5.51E − 05
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.30E − 08‡	2.25E − 07‡	2.31E − 07†	8.12E − 07	5.94E − 07†	1.44E − 06
Lentiform nuclei	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.83E − 08‡	1.06E − 08‡	1.41E − 07‡	1.10E − 06*	7.81E − 07	1.42E − 06	3.85E − 06
Mandible	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	9.72E − 07‡	3.61E − 06*	6.45E − 06	2.35E − 05	4.25E − 05	5.75E − 05	6.87E − 05	1.24E − 04
Other tissues	7.60E − 05	1.20E − 04	2.52E − 04‡	5.19E − 04‡	1.22E − 03*	4.10E − 03	1.27E − 02	4.93E − 02	1.24E − 01	2.00E − 01	2.72E − 01	4.86E − 01
Skin	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.74E − 07	4.80E − 07‡	2.59E − 06†	1.16E − 05	2.37E − 05	3.49E − 05	4.96E − 05	4.74E − 04
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.85E − 09‡	3.30E − 07‡	4.64E − 07*	2.19E − 06	1.73E − 06	2.75E − 06	4.90E − 06
Spinal skeleton	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.28E − 06‡	2.77E − 06*	1.03E − 05	2.90E − 05	5.46E − 05	7.89E − 05	9.13E − 05	1.51E − 04
Thalami	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	6.43E − 08‡	2.33E − 07‡	1.02E − 08‡	8.53E − 07*	7.56E − 07*	6.56E − 07	1.38E − 06*	3.53E − 06
Thyroid	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	9.99E − 01	9.99E − 01	9.96E − 01	9.87E − 01	9.49E − 01	8.70E − 01	7.88E − 01	7.09E − 01	4.64E − 01
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	2.91E − 07‡	0.00E + 00	9.71E − 06	3.95E − 05	1.57E − 04	9.05E − 04	3.29E − 03	6.93E − 03	1.13E − 02	3.53E − 02
White matter	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	9.44E − 08‡	5.75E − 07‡	4.59E − 07†	7.26E − 06	1.65E − 05	2.35E − 05	3.21E − 05	6.78E − 05

*30% < COV < 50%.
†50% < COV < 70%.
‡COV > 70%.

TABLE A14
Absorbed Fractions for Sources Located in the White Matter

Targets	Energy (MeV)											
	0.010	0.015	0.020	0.030	0.050	0.100	0.200	0.500	1.000	1.500	2.000	4.000
Photon absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	1.00E + 00	9.83E − 01	9.05E − 01	6.40E − 01	3.18E − 01	1.86E − 01	1.83E − 01	1.83E − 01	1.68E − 01	1.52E − 01	1.39E − 01	1.04E − 01
Caudate nuclei	2.38E − 03	5.90E − 03	7.92E − 03	6.83E − 03	3.43E − 03	1.97E − 03	1.90E − 03	1.88E − 03	1.72E − 03	1.63E − 03	1.43E − 03	1.09E − 03
Cerebellum	1.30E − 05	1.79E − 03	8.15E − 03	1.58E − 02	1.23E − 02	7.65E − 03	7.10E − 03	7.06E − 03	6.32E − 03	5.93E − 03	5.53E − 03	4.51E − 03
Cerebral cortex	4.45E − 02	1.21E − 01	1.73E − 01	1.65E − 01	9.38E − 02	5.61E − 02	5.45E − 02	5.45E − 02	5.02E − 02	4.64E − 02	4.27E − 02	3.37E − 02
Cranium	1.06E − 04	1.43E − 02	7.39E − 02	1.67E − 01	1.23E − 01	4.71E − 02	2.90E − 02	2.53E − 02	2.32E − 02	2.14E − 02	2.02E − 02	1.66E − 02
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	9.92E − 06*	2.63E − 04	5.02E − 04	5.10E − 04	5.26E − 04	5.54E − 04	4.95E − 04	4.78E − 04	4.52E − 04	3.70E − 04
Lentiform nuclei	2.95E − 03	8.05E − 03	1.14E − 02	1.06E − 02	5.51E − 03	3.13E − 03	2.99E − 03	2.99E − 03	2.70E − 03	2.54E − 03	2.27E − 03	1.78E − 03
Mandible	0.00E + 00	8.02E − 06	3.58E − 04	4.50E − 03	1.06E − 02	7.16E − 03	4.62E − 03	3.95E − 03	3.77E − 03	3.48E − 03	3.28E − 03	2.80E − 03
Other tissues	0.00E + 00	7.95E − 05	2.44E − 03	1.95E − 02	3.10E − 02	2.69E − 02	2.62E − 02	2.69E − 02	2.55E − 02	2.39E − 02	2.23E − 02	1.83E − 02
Skin	0.00E + 00	3.29E − 05	1.08E − 03	5.70E − 03	6.83E − 03	5.50E − 03	5.83E − 03	6.32E − 03	6.09E − 03	5.52E − 03	5.11E − 03	4.19E − 03
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	6.06E − 06*	4.19E − 05	7.58E − 05	9.11E − 05	8.26E − 05	8.14E − 05	7.72E − 05	6.92E − 05	7.61E − 05	5.15E − 05
Spinal skeleton	0.00E + 00	5.00E − 06†	1.60E − 04	2.43E − 03	5.58E − 03	3.49E − 03	2.27E − 03	1.81E − 03	1.61E − 03	1.52E − 03	1.41E − 03	1.14E − 03
Thalami	2.35E − 03	6.26E − 03	9.25E − 03	8.64E − 03	4.63E − 03	2.66E − 03	2.52E − 03	2.53E − 03	2.30E − 03	2.02E − 03	1.95E − 03	1.55E − 03
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.67E − 05*	8.77E − 05	1.05E − 04	1.10E − 04	1.19E − 04	1.20E − 04	1.05E − 04	1.12E − 04	1.08E − 04
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	7.64E − 05	1.05E − 03	2.47E − 03	3.21E − 03	4.67E − 03	6.33E − 03	6.98E − 03	7.32E − 03	8.10E − 03
White matter	9.43E − 01	8.29E − 01	6.80E − 01	4.20E − 01	1.91E − 01	1.11E − 01	1.10E − 01	1.11E − 01	1.01E − 01	9.02E − 02	8.20E − 02	5.94E − 02
Electron absorbed fraction of energy: ϕ												
Brain (total)	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	9.99E − 01	9.97E − 01	9.95E − 01	9.93E − 01	9.75E − 01
Caudate nuclei	1.93E − 06‡	4.98E − 06	3.31E − 06†	3.24E − 06†	1.96E − 05	6.66E − 05	2.04E − 04	8.21E − 04	2.01E − 03	3.24E − 03	4.36E − 03	7.72E − 03
Cerebellum	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.23E − 07‡	2.71E − 06†	5.09E − 06	1.61E − 05	3.56E − 05	5.40E − 05	6.87E − 05	1.20E − 03
Cerebral cortex	2.40E − 05	3.82E − 05	5.52E − 05	1.37E − 04	3.46E − 04	1.09E − 03	3.54E − 03	1.40E − 02	3.60E − 02	5.99E − 02	8.38E − 02	1.61E − 01
Cranium	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.30E − 06†	2.43E − 05	5.41E − 05	1.25E − 04	2.20E − 04	2.93E − 04	3.70E − 04	7.97E − 03
Eyes	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	3.91E − 08‡	7.75E − 07	1.17E − 06	3.75E − 06	4.30E − 06	8.46E − 06
Lentiform nuclei	1.60E − 06†	2.19E − 06†	7.61E − 06*	9.10E − 06*	1.76E − 05	9.06E − 05	2.58E − 04	9.78E − 04	2.51E − 03	4.08E − 03	5.58E − 03	1.02E − 02
Mandible	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.23E − 06†	3.06E − 06*	1.17E − 05	2.22E − 05	3.12E − 05	4.15E − 05	7.67E − 05
Other tissues	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	1.56E − 07‡	2.47E − 06*	1.17E − 05	4.47E − 05	1.09E − 04	1.73E − 04	2.26E − 04	4.93E − 04
Skin	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.92E − 07†	2.87E − 06	1.15E − 05	2.66E − 05	4.05E − 05	5.44E − 05	1.04E − 04
Spinal cord	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	8.57E − 08†	2.09E − 07*	1.08E − 06*	9.83E − 07*	1.52E − 06*
Spinal skeleton	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	6.63E − 07‡	3.15E − 07‡	1.74E − 06*	5.51E − 06	1.20E − 05	1.46E − 05	1.87E − 05	3.59E − 05
Thalami	0.00E + 00	8.96E − 07‡	2.63E − 06†	1.05E − 05*	1.63E − 05	6.28E − 05	1.92E − 04	7.10E − 04	1.83E − 03	3.08E − 03	4.31E − 03	8.14E − 03
Thyroid	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	2.20E − 08‡	0.00E + 00	2.83E − 07‡	4.18E − 07*	4.60E − 07*	9.17E − 07*	2.45E − 06
Trunk	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	4.25E − 07‡	8.90E − 07†	5.36E − 06	1.31E − 05	2.10E − 05	3.76E − 05	9.33E − 05
White matter	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	1.00E + 00	9.98E − 01	9.95E − 01	9.80E − 01	9.50E − 01	9.17E − 01	8.86E − 01	7.72E − 01

*30% < COV < 50%.
†50% < COV < 70%.
‡COV > 70%.

APPENDIX B
TABLE B1
S Values for Sources Located in the Brain (Total)

Targets	S values (mGy · MBq^{-1} sec^{-1})											
	^{11}C	^{13}N	^{15}O	^{18}F	^{32}P	^{57}Cu	^{62}Cu	^{64}Cu	^{67}Cu	^{76}Br	^{82}Rb	^{85}Kr
Brain (total)	5.94E − 05	7.04E − 05	9.59E − 05	4.51E − 05	7.41E − 05	3.70E − 04	1.52E − 04	1.66E − 05	1.90E − 05	1.07E − 04	1.65E − 04	2.74E − 05
Caudate nuclei	6.40E − 05	7.53E − 05	1.01E − 04	4.94E − 05	7.52E − 05	4.14E − 04	1.61E − 04	1.75E − 05	1.97E − 05	1.19E − 04	1.76E − 04	2.77E − 05
Cerebellum	5.76E − 05	6.86E − 05	9.36E − 05	4.35E − 05	7.34E − 05	3.58E − 04	1.49E − 04	1.63E − 05	1.88E − 05	1.02E − 04	1.61E − 04	2.73E − 05
Cerebral cortex	5.69E − 05	6.77E − 05	9.23E − 05	4.28E − 05	7.27E − 05	3.29E − 04	1.45E − 04	1.62E − 05	1.87E − 05	9.91E − 05	1.56E − 04	2.72E − 05
Cranium	9.32E − 06	9.60E − 06	1.10E − 05	9.17E − 06	1.66E − 06	9.23E − 05	1.86E − 05	1.70E − 06	1.39E − 06	2.61E − 05	2.22E − 05	5.61E − 08
Eyes	4.78E − 06	4.79E − 06	4.80E − 06	4.79E − 06	1.28E − 08	5.40E − 06	4.76E − 06	8.87E − 07	5.36E − 07	1.15E − 05	5.16E − 06	1.23E − 08
Lentiform nuclei	6.29E − 05	7.43E − 05	1.01E − 04	4.84E − 05	7.54E − 05	4.12E − 04	1.61E − 04	1.72E − 05	1.94E − 05	1.17E − 04	1.76E − 04	2.72E − 05
Mandible	2.50E − 06	2.50E − 06	2.51E − 06	2.50E − 06	1.01E − 08	3.23E − 06	2.50E − 06	4.62E − 07	3.77E − 07	5.86E − 06	2.71E − 06	6.69E − 09
Other tissues	2.46E − 06	2.47E − 06	2.47E − 06	2.47E − 06	6.72E − 09	4.03E − 06	2.47E − 06	4.56E − 07	2.69E − 07	5.80E − 06	2.70E − 06	6.22E − 09
Skin	3.83E − 06	3.83E − 06	3.84E − 06	3.83E − 06	9.59E − 09	1.30E − 05	3.97E − 06	7.09E − 07	3.91E − 07	9.03E − 06	4.49E − 06	9.68E − 09
Spinal cord	2.11E − 06	2.12E − 06	2.12E − 06	2.12E − 06	4.62E − 09	3.94E − 06	2.13E − 06	3.93E − 07	2.37E − 07	5.13E − 06	2.33E − 06	4.97E − 09
Spinal skeleton	2.13E − 06	2.13E − 06	2.14E − 06	2.13E − 06	9.30E − 09	2.97E − 06	2.13E − 06	3.94E − 07	3.36E − 07	4.89E − 06	2.32E − 06	5.92E − 09
Thalami	6.43E − 05	7.55E − 05	1.02E − 04	4.99E − 05	7.52E − 05	4.14E − 04	1.62E − 04	1.76E − 05	1.97E − 05	1.20E − 04	1.77E − 04	2.75E − 05
Thyroid	9.63E − 07	9.64E − 07	9.66E − 07	9.65E − 07	1.68E − 09	1.05E − 06	9.57E − 07	1.79E − 07	8.09E − 08	2.36E − 06	1.04E − 06	2.21E − 09
Trunk	1.63E − 08	1.63E − 08	1.63E − 08	1.63E − 08	3.23E − 11	1.84E − 08	1.62E − 08	3.07E − 09	1.17E − 09	5.70E − 08	1.79E − 08	3.83E − 11
White matter	6.16E − 05	7.29E − 05	9.93E − 05	4.71E − 05	7.55E − 05	4.09E − 04	1.59E − 04	1.70E − 05	1.93E − 05	1.14E − 04	1.74E − 04	2.76E − 05
	^{99m}Tc	^{122}I	^{123}I	^{124}I	^{125}I	^{130}I	^{131}I	^{132}I	^{133}Xe	^{197}Hg	^{201}Tl	^{203}Hg
Brain (total)	3.98E − 06	1.27E − 04	7.09E − 06	3.86E − 05	4.69E − 06	6.80E − 05	2.76E − 05	8.98E − 05	1.62E − 05	8.96E − 06	6.91E − 06	1.48E − 05
Caudate nuclei	4.62E − 06	1.35E − 04	8.24E − 06	4.31E − 05	5.41E − 06	7.68E − 05	2.94E − 05	9.93E − 05	1.67E − 05	9.46E − 06	7.53E − 06	1.60E − 05
Cerebellum	3.77E − 06	1.23E − 04	6.73E − 06	3.68E − 05	4.47E − 06	6.48E − 05	2.70E − 05	8.63E − 05	1.60E − 05	8.80E − 06	6.71E − 06	1.45E − 05
Cerebral cortex	3.68E − 06	1.20E − 04	6.54E − 06	3.60E − 05	4.32E − 06	6.35E − 05	2.67E − 05	8.46E − 05	1.59E − 05	8.72E − 06	6.62E − 06	1.43E − 05
Cranium	1.65E − 06	1.69E − 05	3.22E − 06	1.04E − 05	2.59E − 06	1.87E − 05	3.64E − 06	2.00E − 05	1.71E − 06	1.87E − 06	2.20E − 06	2.46E − 06
Eyes	5.72E − 07	4.40E − 06	7.37E − 07	4.76E − 06	8.91E − 08	1.00E − 05	1.79E − 06	1.05E − 05	1.80E − 07	3.01E − 07	4.11E − 07	1.12E − 06
Lentiform nuclei	4.47E − 06	1.34E − 04	7.93E − 06	4.25E − 05	5.18E − 06	7.47E − 05	2.88E − 05	9.71E − 05	1.64E − 05	9.33E − 06	7.38E − 06	1.57E − 05
Mandible	4.49E − 07	2.31E − 06	5.36E − 07	2.46E − 06	1.04E − 07	5.09E − 06	9.80E − 07	5.25E − 06	2.01E − 07	3.43E − 07	4.29E − 07	6.65E − 07
Other tissues	2.92E − 07	2.29E − 06	3.86E − 07	2.42E − 06	6.99E − 08	5.03E − 06	9.07E − 07	5.21E − 06	1.06E − 07	1.65E − 07	2.21E − 07	5.62E − 07
Skin	4.16E − 07	3.70E − 06	5.84E − 07	3.75E − 06	1.40E − 07	7.81E − 06	1.39E − 06	8.08E − 06	1.65E − 07	2.34E − 07	3.14E − 07	8.46E − 07
Spinal cord	2.57E − 07	1.97E − 06	3.33E − 07	2.13E − 06	5.12E − 08	4.26E − 06	7.84E − 07	4.42E − 06	8.79E − 08	1.41E − 07	1.90E − 07	4.92E − 07
Spinal skeleton	4.04E − 07	1.97E − 06	4.88E − 07	2.08E − 06	1.13E − 07	4.31E − 06	8.42E − 07	4.43E − 06	1.96E − 07	3.28E − 07	4.05E − 07	5.78E − 07
Thalami	4.70E − 06	1.36E − 04	8.31E − 06	4.36E − 05	5.45E − 06	7.74E − 05	2.95E − 05	9.97E − 05	1.67E − 05	9.53E − 06	7.64E − 06	1.61E − 05
Thyroid	8.93E − 08	8.83E − 07	1.11E − 07	9.67E − 07	5.25E − 09	2.00E − 06	3.29E − 07	2.11E − 06	2.43E − 08	4.43E − 08	6.10E − 08	1.85E − 07
Trunk	1.20E − 09	1.52E − 08	1.59E − 09	2.04E − 08	1.36E − 11	3.80E − 08	5.55E − 09	4.32E − 08	2.19E − 10	4.01E − 10	6.26E − 10	2.96E − 09
White matter	4.24E − 06	1.33E − 04	7.58E − 06	4.09E − 05	5.02E − 06	7.21E − 05	2.84E − 05	9.45E − 05	1.64E − 05	9.18E − 06	7.18E − 06	1.53E − 05

TABLE B2
S Values for Sources Located in the Caudate Nuclei

Targets	S values (mGy · MBq^{-1} sec^{-1})											
	^{11}C	^{13}N	^{15}O	^{18}F	^{32}P	^{57}Cu	^{62}Cu	^{64}Cu	^{67}Cu	^{76}Br	^{82}Rb	^{85}Kr
Brain (total)	6.41E − 05	7.54E − 05	1.02E − 04	4.96E − 05	7.55E − 05	4.15E − 04	1.62E − 04	1.75E − 05	1.96E − 05	1.19E − 04	1.77E − 04	2.75E − 05
Caudate nuclei	5.79E − 03	7.08E − 03	9.76E − 03	4.02E − 03	8.98E − 03	1.80E − 02	1.41E − 02	1.87E − 03	2.37E − 03	7.43E − 03	1.47E − 02	3.67E − 03
Cerebellum	5.28E − 06	5.28E − 06	5.30E − 06	5.29E − 06	1.68E − 08	5.84E − 06	5.25E − 06	9.77E − 07	6.44E − 07	1.21E − 05	5.66E − 06	1.42E − 08
Cerebral cortex	1.08E − 05	1.08E − 05	1.08E − 05	1.08E − 05	3.67E − 08	1.26E − 05	1.07E − 05	1.99E − 06	1.29E − 06	2.44E − 05	1.16E − 05	2.86E − 08
Cranium	7.19E − 06	7.20E − 06	7.22E − 06	7.20E − 06	3.85E − 08	8.05E − 06	7.18E − 06	1.33E − 06	1.19E − 06	1.63E − 05	7.74E − 06	2.22E − 08
Eyes	7.04E − 06	7.05E − 06	7.07E − 06	7.06E − 06	1.91E − 08	7.69E − 06	7.00E − 06	1.30E − 06	8.08E − 07	1.64E − 05	7.58E − 06	1.81E − 08
Lentiform nuclei	1.30E − 04	1.62E − 04	2.71E − 04	1.00E − 04	1.74E − 04	3.27E − 03	6.77E − 04	2.31E − 05	1.53E − 05	4.90E − 04	8.04E − 04	2.01E − 05
Mandible	3.29E − 06	3.29E − 06	3.30E − 06	3.29E − 06	1.29E − 08	3.65E − 06	3.28E − 06	6.09E − 07	5.09E − 07	7.58E − 06	3.53E − 06	9.12E − 09
Other tissues	2.48E − 06	2.49E − 06	2.49E − 06	2.49E − 06	6.79E − 09	2.74E − 06	2.47E − 06	4.60E − 07	2.82E − 07	5.79E − 06	2.67E − 06	6.33E − 09
Skin	3.18E − 06	3.18E − 06	3.19E − 06	3.19E − 06	7.61E − 09	3.51E − 06	3.16E − 06	5.89E − 07	3.25E − 07	7.37E − 06	3.42E − 06	7.81E − 09
Spinal cord	1.47E − 06	1.47E − 06	1.48E − 06	1.48E − 06	3.69E − 09	1.62E − 06	1.47E − 06	2.72E − 07	1.93E − 07	3.21E − 06	1.58E − 06	3.56E − 09
Spinal skeleton	1.53E − 06	1.54E − 06	1.54E − 06	1.54E − 06	7.06E − 09	1.70E − 06	1.53E − 06	2.84E − 07	2.81E − 07	3.44E − 06	1.65E − 06	4.41E − 09
Thalami	5.37E − 05	5.64E − 05	6.98E − 05	5.20E − 05	1.64E − 05	1.19E − 03	1.58E − 04	9.72E − 06	6.04E − 06	1.78E − 04	2.00E − 04	6.30E − 07
Thyroid	1.13E − 06	1.13E − 06	1.13E − 06	1.13E − 06	2.12E − 09	1.24E − 06	1.12E − 06	2.09E − 07	1.16E − 07	2.74E − 06	1.21E − 06	2.80E − 09
Trunk	1.87E − 08	1.87E − 08	1.87E − 08	1.87E − 08	3.70E − 11	2.11E − 08	1.86E − 08	3.52E − 09	1.34E − 09	6.49E − 08	2.05E − 08	4.49E − 11
White matter	3.32E − 05	3.70E − 05	4.97E − 05	2.99E − 05	2.00E − 05	4.70E − 04	9.87E − 05	6.04E − 06	3.92E − 06	1.00E − 04	1.17E − 04	2.29E − 06
	^{99m}Tc	^{122}I	^{123}I	^{124}I	^{125}I	^{130}I	^{131}I	^{132}I	^{133}Xe	^{197}Hg	^{201}Tl	^{203}Hg
Brain (total)	4.60E − 06	1.35E − 04	8.18E − 06	4.34E − 05	5.37E − 06	7.70E − 05	2.93E − 05	9.96E − 05	1.66E − 05	9.44E − 06	7.50E − 06	1.59E − 05
Caudate nuclei	2.79E − 04	1.14E − 02	5.09E − 04	2.79E − 03	3.72E − 04	4.91E − 03	2.97E − 03	7.27E − 03	2.06E − 03	1.05E − 03	7.11E − 04	1.55E − 03
Cerebellum	7.16E − 07	4.85E − 06	9.78E − 07	5.16E − 06	2.74E − 07	1.07E − 05	1.99E − 06	1.10E − 05	3.29E − 07	4.73E − 07	6.11E − 07	1.28E − 06
Cerebral cortex	1.43E − 06	9.97E − 06	2.18E − 06	1.06E − 05	9.35E − 07	2.17E − 05	4.07E − 06	2.23E − 05	8.02E − 07	9.88E − 07	1.26E − 06	2.59E − 06
Cranium	1.42E − 06	6.74E − 06	2.24E − 06	7.33E − 06	1.33E − 06	1.45E − 05	2.89E − 06	1.48E − 05	1.19E − 06	1.54E − 06	1.83E − 06	2.02E − 06
Eyes	8.70E − 07	6.46E − 06	1.10E − 06	6.89E − 06	1.24E − 07	1.46E − 05	2.65E − 06	1.51E − 05	2.70E − 07	4.52E − 07	6.17E − 07	1.67E − 06
Lentiform nuclei	1.09E − 05	5.81E − 04	2.17E − 05	1.41E − 04	1.62E − 05	2.00E − 04	4.20E − 05	2.76E − 04	1.05E − 05	9.11E − 06	1.09E − 05	2.14E − 05
Mandible	6.10E − 07	3.02E − 06	7.21E − 07	3.20E − 06	1.37E − 07	6.67E − 06	1.30E − 06	6.85E − 06	2.75E − 07	4.75E − 07	5.90E − 07	8.85E − 07
Other tissues	3.09E − 07	2.28E − 06	3.93E − 07	2.43E − 06	5.47E − 08	5.07E − 06	9.23E − 07	5.25E − 06	1.05E − 07	1.74E − 07	2.32E − 07	5.78E − 07
Skin	3.51E − 07	2.91E − 06	4.61E − 07	3.10E − 06	7.18E − 08	6.49E − 06	1.15E − 06	6.72E − 06	1.21E − 07	1.91E − 07	2.58E − 07	6.98E − 07
Spinal cord	2.08E − 07	1.35E − 06	2.59E − 07	1.36E − 06	2.66E − 08	2.94E − 06	5.76E − 07	2.97E − 06	6.19E − 08	1.05E − 07	1.44E − 07	3.83E − 07
Spinal skeleton	3.43E − 07	1.41E − 06	3.84E − 07	1.46E − 06	5.29E − 08	3.09E − 06	6.37E − 07	3.14E − 06	1.43E − 07	2.58E − 07	3.23E − 07	4.60E − 07
Thalami	6.74E − 06	1.42E − 04	1.27E − 05	5.88E − 05	8.77E − 06	1.05E − 04	1.96E − 05	1.16E − 04	4.94E − 06	5.03E − 06	6.28E − 06	1.23E − 05
Thyroid	1.24E − 07	1.03E − 06	1.55E − 07	1.11E − 06	8.71E − 09	2.33E − 06	4.11E − 07	2.44E − 06	3.26E − 08	5.86E − 08	8.21E − 08	2.50E − 07
Trunk	1.38E − 09	1.75E − 08	1.81E − 09	2.33E − 08	1.56E − 11	4.33E − 08	6.34E − 09	4.90E − 08	2.63E − 10	4.85E − 10	7.43E − 10	3.37E − 09
White matter	3.70E − 06	8.64E − 05	6.65E − 06	3.47E − 05	4.21E − 06	6.03E − 05	1.18E − 05	7.00E − 05	2.80E − 06	2.80E − 06	3.48E − 06	6.88E − 06

TABLE B3
S Values for Sources Located in the Cerebellum

Targets	S values (mGy · MBq^{-1} sec^{-1})											
	^{11}C	^{13}N	^{15}O	^{18}F	^{32}P	^{57}Cu	^{62}Cu	^{64}Cu	^{67}Cu	^{76}Br	^{82}Rb	^{85}Kr
Brain (total)	5.76E − 05	6.86E − 05	9.38E − 05	4.34E − 05	7.36E − 05	3.56E − 04	1.49E − 04	1.63E − 05	1.88E − 05	1.02E − 04	1.61E − 04	2.73E − 05
Caudate nuclei	5.30E − 06	5.30E − 06	5.32E − 06	5.31E − 06	1.58E − 08	5.78E − 06	5.27E − 06	9.79E − 07	6.45E − 07	1.21E − 05	5.67E − 06	1.38E − 08
Cerebellum	5.13E − 04	6.25E − 04	8.76E − 04	3.66E − 04	7.55E − 04	3.09E − 03	1.40E − 03	1.54E − 04	1.87E − 04	8.32E − 04	1.51E − 03	2.86E − 04
Cerebral cortex	1.24E − 05	1.33E − 05	1.63E − 05	1.16E − 05	4.80E − 06	1.34E − 04	2.87E − 05	2.27E − 06	1.43E − 06	3.47E − 05	3.39E − 05	5.57E − 07
Cranium	1.00E − 05	1.04E − 05	1.22E − 05	9.83E − 06	2.13E − 06	1.20E − 04	2.22E − 05	1.82E − 06	1.47E − 06	2.93E − 05	2.69E − 05	6.15E − 08
Eyes	1.25E − 06	1.25E − 06	1.26E − 06	1.25E − 06	2.99E − 09	1.41E − 06	1.24E − 06	2.33E − 07	1.23E − 07	3.21E − 06	1.35E − 06	3.04E − 09
Lentiform nuclei	5.54E − 06	5.55E − 06	5.57E − 06	5.55E − 06	1.83E − 08	6.15E − 06	5.52E − 06	1.03E − 06	6.87E − 07	1.27E − 05	5.95E − 06	1.41E − 08
Mandible	1.50E − 06	1.50E − 06	1.51E − 06	1.50E − 06	5.13E − 09	1.66E − 06	1.49E − 06	2.78E − 07	2.18E − 07	3.63E − 06	1.62E − 06	4.13E − 09
Other tissues	2.98E − 06	2.98E − 06	2.99E − 06	2.99E − 06	8.34E − 09	6.29E − 06	3.02E − 06	5.52E − 07	3.25E − 07	7.04E − 06	3.33E − 06	7.62E − 09
Skin	3.86E − 06	3.87E − 06	3.87E − 06	3.87E − 06	1.02E − 08	1.21E − 05	3.99E − 06	7.15E − 07	3.96E − 07	9.07E − 06	4.49E − 06	9.84E − 09
Spinal cord	3.80E − 06	3.80E − 06	3.81E − 06	3.81E − 06	5.24E − 09	4.23E − 06	3.77E − 06	7.04E − 07	3.97E − 07	8.86E − 06	4.08E − 06	8.60E − 09
Spinal skeleton	3.73E − 06	3.73E − 06	3.75E − 06	3.74E − 06	1.53E − 08	4.67E − 06	3.73E − 06	6.91E − 07	5.66E − 07	8.79E − 06	4.04E − 06	1.07E − 08
Thalami	8.82E − 06	8.83E − 06	8.85E − 06	8.83E − 06	2.56E − 08	9.80E − 06	8.77E − 06	1.63E − 06	1.08E − 06	1.98E − 05	9.45E − 06	2.39E − 08
Thyroid	8.31E − 07	8.32E − 07	8.33E − 07	8.33E − 07	1.49E − 09	9.13E − 07	8.25E − 07	1.55E − 07	7.99E − 08	2.26E − 06	9.01E − 07	2.25E − 09
Trunk	1.71E − 08	1.71E − 08	1.72E − 08	1.72E − 08	3.27E − 11	1.93E − 08	1.70E − 08	3.23E − 09	1.21E − 09	5.86E − 08	1.88E − 08	4.09E − 11
White matter	7.91E − 06	7.92E − 06	7.94E − 06	7.92E − 06	2.67E − 08	1.36E − 05	7.96E − 06	1.46E − 06	9.35E − 07	1.81E − 05	8.70E − 06	2.11E − 08
	^{99m}Tc	^{122}I	^{123}I	^{124}I	^{125}I	^{130}I	^{131}I	^{132}I	^{133}Xe	^{197}Hg	^{201}Tl	^{203}Hg
Brain (total)	3.77E − 06	1.24E − 04	6.72E − 06	3.68E − 05	4.48E − 06	6.47E − 05	2.69E − 05	8.62E − 05	1.60E − 05	8.80E − 06	6.71E − 06	1.45E − 05
Caudate nuclei	7.02E − 07	4.87E − 06	9.75E − 07	5.11E − 06	2.73E − 07	1.06E − 05	2.01E − 06	1.08E − 05	3.20E − 07	4.63E − 07	6.00E − 07	1.30E − 06
Cerebellum	2.81E − 05	1.15E − 03	5.22E − 05	2.92E − 04	3.80E − 05	4.97E − 04	2.49E − 04	7.10E − 04	1.62E − 04	8.48E − 05	6.05E − 05	1.31E − 04
Cerebral cortex	1.43E − 06	2.55E − 05	2.41E − 06	1.27E − 05	1.33E − 06	2.34E − 05	4.46E − 06	2.60E − 05	9.45E − 07	1.01E − 06	1.28E − 06	2.67E − 06
Cranium	1.75E − 06	2.02E − 05	3.56E − 06	1.14E − 05	3.01E − 06	2.01E − 05	3.90E − 06	2.16E − 05	1.90E − 06	2.01E − 06	2.35E − 06	2.62E − 06
Eyes	1.32E − 07	1.15E − 06	1.63E − 07	1.29E − 06	3.85E − 09	2.67E − 06	4.51E − 07	2.83E − 06	3.00E − 08	5.49E − 08	7.95E − 08	2.68E − 07
Lentiform nuclei	7.68E − 07	5.10E − 06	1.03E − 06	5.41E − 06	2.75E − 07	1.12E − 05	2.10E − 06	1.15E − 05	3.44E − 07	5.02E − 07	6.49E − 07	1.35E − 06
Mandible	2.61E − 07	1.38E − 06	2.92E − 07	1.49E − 06	2.34E − 08	3.08E − 06	5.82E − 07	3.20E − 06	9.43E − 08	1.78E − 07	2.26E − 07	3.89E − 07
Other tissues	3.53E − 07	2.80E − 06	4.76E − 07	2.94E − 06	1.02E − 07	6.10E − 06	1.10E − 06	6.32E − 06	1.37E − 07	2.04E − 07	2.72E − 07	6.79E − 07
Skin	4.23E − 07	3.71E − 06	6.00E − 07	3.79E − 06	1.57E − 07	7.90E − 06	1.41E − 06	8.18E − 06	1.74E − 07	2.39E − 07	3.21E − 07	8.55E − 07
Spinal cord	4.30E − 07	3.48E − 06	5.48E − 07	3.73E − 06	6.04E − 08	7.80E − 06	1.38E − 06	8.11E − 06	1.33E − 07	2.25E − 07	3.06E − 07	8.46E − 07
Spinal skeleton	6.71E − 07	3.45E − 06	8.25E − 07	3.71E − 06	1.98E − 07	7.64E − 06	1.47E − 06	7.91E − 06	3.33E − 07	5.58E − 07	6.88E − 07	9.97E − 07
Thalami	1.18E − 06	8.12E − 06	1.70E − 06	8.59E − 06	5.81E − 07	1.77E − 05	3.35E − 06	1.81E − 05	6.00E − 07	8.18E − 07	1.05E − 06	2.16E − 06
Thyroid	8.43E − 08	7.66E − 07	1.05E − 07	8.91E − 07	1.18E − 09	1.81E − 06	3.00E − 07	1.95E − 06	1.81E − 08	3.45E − 08	5.03E − 08	1.78E − 07
Trunk	1.24E − 09	1.60E − 08	1.65E − 09	2.12E − 08	1.12E − 11	3.95E − 08	5.81E − 09	4.46E − 08	2.24E − 10	4.08E − 10	6.41E − 10	3.08E − 09
White matter	1.04E − 06	7.41E − 06	1.57E − 06	7.80E − 06	6.62E − 07	1.60E − 05	2.97E − 06	1.64E − 05	5.70E − 07	7.12E − 07	9.12E − 07	1.88E − 06

TABLE B4
S Values for Sources Located in the Cerebral Cortex

Targets	S values (mGy · MBq^{-1} sec^{-1})											
	^{11}C	^{13}N	^{15}O	^{18}F	^{32}P	^{57}Cu	^{62}Cu	^{64}Cu	^{67}Cu	^{76}Br	^{82}Rb	^{85}Kr
Brain (total)	5.68E − 05	6.76E − 05	9.21E − 05	4.28E − 05	7.26E − 05	3.29E − 04	1.45E − 04	1.62E − 05	1.87E − 05	9.90E − 05	1.56E − 04	2.72E − 05
Caudate nuclei	1.09E − 05	1.09E − 05	1.10E − 05	1.09E − 05	3.39E − 08	1.25E − 05	1.09E − 05	2.02E − 06	1.32E − 06	2.43E − 05	1.17E − 05	2.97E − 08
Cerebellum	1.23E − 05	1.32E − 05	1.63E − 05	1.15E − 05	4.82E − 06	1.34E − 04	2.86E − 05	2.25E − 06	1.42E − 06	3.48E − 05	3.37E − 05	5.53E − 07
Cerebral cortex	1.14E − 04	1.38E − 04	1.91E − 04	8.23E − 05	1.64E − 04	5.67E − 04	2.96E − 04	3.45E − 05	4.18E − 05	1.78E − 04	3.15E − 04	6.33E − 05
Cranium	1.07E − 05	1.13E − 05	1.41E − 05	1.04E − 05	3.38E − 06	1.72E − 04	2.96E − 05	1.93E − 06	1.51E − 06	3.42E − 05	3.63E − 05	9.05E − 08
Eyes	4.94E − 06	4.94E − 06	4.95E − 06	4.95E − 06	1.39E − 08	5.68E − 06	4.91E − 06	9.13E − 07	5.24E − 07	1.15E − 05	5.30E − 06	1.21E − 08
Lentiform nuclei	1.09E − 05	1.09E − 05	1.09E − 05	1.09E − 05	4.41E − 08	3.50E − 05	1.14E − 05	2.01E − 06	1.30E − 06	2.48E − 05	1.29E − 05	2.96E − 08
Mandible	2.43E − 06	2.43E − 06	2.44E − 06	2.43E − 06	8.91E − 09	3.82E − 06	2.44E − 06	4.50E − 07	3.55E − 07	5.73E − 06	2.66E − 06	6.72E − 09
Other tissues	2.28E − 06	2.29E − 06	2.29E − 06	2.29E − 06	6.40E − 09	4.96E − 06	2.32E − 06	4.23E − 07	2.49E − 07	5.45E − 06	2.56E − 06	5.80E − 09
Skin	4.16E − 06	4.16E − 06	4.17E − 06	4.17E − 06	1.09E − 08	2.38E − 05	4.51E − 06	7.71E − 07	4.22E − 07	9.98E − 06	5.30E − 06	1.05E − 08
Spinal cord	2.27E − 06	2.27E − 06	2.27E − 06	2.27E − 06	6.92E − 09	4.41E − 06	2.28E − 06	4.19E − 07	2.35E − 07	5.17E − 06	2.49E − 06	5.87E − 09
Spinal skeleton	2.01E − 06	2.01E − 06	2.02E − 06	2.01E − 06	8.85E − 09	3.75E − 06	2.03E − 06	3.72E − 07	3.13E − 07	4.69E − 06	2.23E − 06	5.79E − 09
Thalami	1.06E − 05	1.06E − 05	1.07E − 05	1.06E − 05	3.72E − 08	1.42E − 05	1.06E − 05	1.96E − 06	1.30E − 06	2.41E − 05	1.15E − 05	2.84E − 08
Thyroid	8.20E − 07	8.21E − 07	8.22E − 07	8.22E − 07	1.41E − 09	8.79E − 07	8.14E − 07	1.53E − 07	8.65E − 08	2.22E − 06	8.86E − 07	2.04E − 09
Trunk	1.48E − 08	1.48E − 08	1.48E − 08	1.48E − 08	2.65E − 11	1.68E − 08	1.47E − 08	2.79E − 09	1.06E − 09	5.19E − 08	1.63E − 08	3.58E − 11
White matter	1.53E − 05	1.64E − 05	2.03E − 05	1.43E − 05	6.04E − 06	1.71E − 04	3.62E − 05	2.80E − 06	1.78E − 06	4.31E − 05	4.27E − 05	6.93E − 07
	^{99m}Tc	^{122}I	^{123}I	^{124}I	^{125}I	^{130}I	^{131}I	^{132}I	^{133}Xe	^{197}Hg	^{201}Tl	^{203}Hg
Brain (total)	3.68E − 06	1.20E − 04	6.55E − 06	3.59E − 05	4.32E − 06	6.33E − 05	2.67E − 05	8.44E − 05	1.59E − 05	8.73E − 06	6.63E − 06	1.43E − 05
Caudate nuclei	1.44E − 06	1.01E − 05	2.22E − 06	1.06E − 05	9.41E − 07	2.19E − 05	4.15E − 06	2.23E − 05	8.01E − 07	9.90E − 07	1.27E − 06	2.66E − 06
Cerebellum	1.41E − 06	2.53E − 05	2.40E − 06	1.27E − 05	1.34E − 06	2.33E − 05	4.43E − 06	2.60E − 05	9.45E − 07	1.01E − 06	1.28E − 06	2.65E − 06
Cerebral cortex	6.38E − 06	2.43E − 04	1.15E − 05	6.45E − 05	8.04E − 06	1.12E − 04	5.57E − 05	1.58E − 04	3.60E − 05	1.89E − 05	1.35E − 05	2.94E − 05
Cranium	1.80E − 06	2.67E − 05	3.78E − 06	1.24E − 05	3.29E − 06	2.12E − 05	4.09E − 06	2.35E − 05	1.99E − 06	2.07E − 06	2.42E − 06	2.72E − 06
Eyes	5.59E − 07	4.52E − 06	7.27E − 07	4.78E − 06	9.31E − 08	9.91E − 06	1.81E − 06	1.02E − 05	1.76E − 07	2.87E − 07	3.93E − 07	1.12E − 06
Lentiform nuclei	1.44E − 06	1.07E − 05	2.22E − 06	1.06E − 05	9.90E − 07	2.18E − 05	4.10E − 06	2.23E − 05	8.14E − 07	9.98E − 07	1.28E − 06	2.61E − 06
Mandible	4.22E − 07	2.26E − 06	5.13E − 07	2.40E − 06	1.11E − 07	4.95E − 06	9.43E − 07	5.11E − 06	1.95E − 07	3.26E − 07	4.06E − 07	6.32E − 07
Other tissues	2.71E − 07	2.15E − 06	3.59E − 07	2.26E − 06	6.85E − 08	4.69E − 06	8.41E − 07	4.87E − 06	1.00E − 07	1.54E − 07	2.05E − 07	5.20E − 07
Skin	4.50E − 07	4.23E − 06	6.43E − 07	4.08E − 06	1.71E − 07	8.53E − 06	1.51E − 06	8.84E − 06	1.85E − 07	2.52E − 07	3.39E − 07	9.15E − 07
Spinal cord	2.49E − 07	2.11E − 06	3.30E − 07	2.15E − 06	4.87E − 08	4.43E − 06	8.24E − 07	4.50E − 06	8.11E − 08	1.29E − 07	1.76E − 07	5.08E − 07
Spinal skeleton	3.71E − 07	1.89E − 06	4.63E − 07	1.98E − 06	1.22E − 07	4.11E − 06	7.97E − 07	4.24E − 06	1.88E − 07	3.06E − 07	3.78E − 07	5.46E − 07
Thalami	1.44E − 06	9.86E − 06	2.19E − 06	1.04E − 05	9.40E − 07	2.14E − 05	4.03E − 06	2.20E − 05	8.12E − 07	1.01E − 06	1.29E − 06	2.58E − 06
Thyroid	9.08E − 08	7.55E − 07	1.14E − 07	8.76E − 07	4.78E − 09	1.76E − 06	3.04E − 07	1.88E − 06	2.17E − 08	3.96E − 08	5.68E − 08	1.87E − 07
Trunk	1.09E − 09	1.39E − 08	1.44E − 09	1.86E − 08	1.38E − 11	3.44E − 08	5.04E − 09	3.90E − 08	1.99E − 10	3.63E − 10	5.67E − 10	2.69E − 09
White matter	1.77E − 06	3.20E − 05	3.02E − 06	1.57E − 05	1.69E − 06	2.88E − 05	5.52E − 06	3.21E − 05	1.19E − 06	1.28E − 06	1.61E − 06	3.32E − 06

TABLE B5
S Values for Sources Located in the Cranial CSF

Targets	S values (mGy · MBq^{-1} sec^{-1})											
	^{11}C	^{13}N	^{15}O	^{18}F	^{32}P	^{57}Cu	^{62}Cu	^{64}Cu	^{67}Cu	^{76}Br	^{82}Rb	^{85}Kr
Brain (total)	1.89E − 05	2.31E − 05	3.44E − 05	1.44E − 05	2.16E − 05	1.78E − 04	6.22E − 05	3.50E − 06	2.36E − 06	5.01E − 05	6.93E − 05	3.66E − 06
Caudate nuclei	7.91E − 06	7.92E − 06	7.94E − 06	7.92E − 06	2.71E − 08	8.76E − 06	7.86E − 06	1.46E − 06	9.49E − 07	1.81E − 05	8.49E − 06	2.12E − 08
Cerebellum	2.26E − 05	2.85E − 05	4.41E − 05	1.66E − 05	2.98E − 05	2.35E − 04	8.23E − 05	4.19E − 06	2.85E − 06	6.15E − 05	9.16E − 05	4.92E − 06
Cerebral cortex	2.90E − 05	3.77E − 05	6.07E − 05	1.98E − 05	4.43E − 05	3.21E − 04	1.17E − 04	5.39E − 06	3.73E − 06	7.98E − 05	1.30E − 04	7.49E − 06
Cranium	3.77E − 05	5.07E − 05	8.55E − 05	2.41E − 05	6.62E − 05	4.07E − 04	1.70E − 04	6.99E − 06	5.31E − 06	1.06E − 04	1.88E − 04	1.10E − 05
Eyes	4.84E − 06	4.85E − 06	4.86E − 06	4.85E − 06	1.66E − 08	6.93E − 06	4.85E − 06	8.99E − 07	5.13E − 07	1.16E − 05	5.28E − 06	1.25E − 08
Lentiform nuclei	8.59E − 06	8.60E − 06	8.63E − 06	8.61E − 06	3.29E − 08	1.38E − 05	8.63E − 06	1.59E − 06	1.02E − 06	1.93E − 05	9.39E − 06	2.31E − 08
Mandible	2.55E − 06	2.56E − 06	2.57E − 06	2.56E − 06	1.11E − 08	6.76E − 06	2.66E − 06	4.73E − 07	3.72E − 07	6.17E − 06	2.97E − 06	7.06E − 09
Other tissues	2.64E − 06	2.64E − 06	2.65E − 06	2.65E − 06	8.04E − 09	1.40E − 05	2.88E − 06	4.89E − 07	2.83E − 07	6.46E − 06	3.37E − 06	6.77E − 09
Skin	4.84E − 06	4.85E − 06	4.86E − 06	4.85E − 06	1.46E − 08	7.17E − 05	6.27E − 06	8.97E − 07	4.83E − 07	1.26E − 05	8.28E − 06	1.22E − 08
Spinal cord	2.40E − 06	2.40E − 06	2.40E − 06	2.40E − 06	7.79E − 09	1.20E − 05	2.57E − 06	4.45E − 07	2.53E − 07	5.77E − 06	2.99E − 06	5.97E − 09
Spinal skeleton	2.36E − 06	2.36E − 06	2.37E − 06	2.36E − 06	9.71E − 09	9.09E − 06	2.48E − 06	4.36E − 07	3.55E − 07	5.61E − 06	2.83E − 06	6.79E − 09
Thalami	8.06E − 06	8.07E − 06	8.10E − 06	8.08E − 06	3.00E − 08	8.92E − 06	8.02E − 06	1.49E − 06	1.00E − 06	1.84E − 05	8.63E − 06	2.12E − 08
Thyroid	8.96E − 07	8.97E − 07	8.98E − 07	8.98E − 07	1.32E − 09	9.74E − 07	8.88E − 07	1.66E − 07	8.52E − 08	2.28E − 06	9.61E − 07	2.02E − 09
Trunk	1.51E − 08	1.51E − 08	1.52E − 08	1.51E − 08	3.05E − 11	1.71E − 08	1.51E − 08	2.85E − 09	1.09E − 09	5.25E − 08	1.66E − 08	3.62E − 11
White matter	9.33E − 06	9.35E − 06	9.37E − 06	9.35E − 06	3.41E − 08	4.35E − 05	9.96E − 06	1.73E − 06	1.07E − 06	2.20E − 05	1.15E − 05	2.53E − 08
	^{99m}Tc	^{122}I	^{123}I	^{124}I	^{125}I	^{130}I	^{131}I	^{132}I	^{133}Xe	^{197}Hg	^{201}Tl	^{203}Hg
Brain (total)	1.43E − 06	5.26E − 05	2.43E − 06	1.75E − 05	1.33E − 06	2.79E − 05	6.21E − 06	3.66E − 05	1.30E − 06	1.11E − 06	1.35E − 06	2.96E − 06
Caudate nuclei	1.06E − 06	7.29E − 06	1.52E − 06	7.78E − 06	5.36E − 07	1.62E − 05	2.98E − 06	1.67E − 05	5.22E − 07	6.76E − 07	8.79E − 07	1.89E − 06
Cerebellum	1.57E − 06	6.93E − 05	2.74E − 06	2.09E − 05	1.58E − 06	3.19E − 05	7.29E − 06	4.36E − 05	1.56E − 06	1.26E − 06	1.51E − 06	3.33E − 06
Cerebral cortex	1.70E − 06	9.80E − 05	3.03E − 06	2.62E − 05	1.83E − 06	3.76E − 05	9.09E − 06	5.47E − 05	1.97E − 06	1.45E − 06	1.71E − 06	3.78E − 06
Cranium	2.48E − 06	1.42E − 04	5.71E − 06	3.52E − 05	5.33E − 06	4.52E − 05	1.17E − 05	7.06E − 05	4.19E − 06	3.21E − 06	3.60E − 06	4.76E − 06
Eyes	5.47E − 07	4.48E − 06	7.11E − 07	4.81E − 06	9.00E − 08	9.89E − 06	1.78E − 06	1.03E − 05	1.69E − 07	2.75E − 07	3.78E − 07	1.10E − 06
Lentiform nuclei	1.12E − 06	8.01E − 06	1.68E − 06	8.35E − 06	6.60E − 07	1.71E − 05	3.23E − 06	1.74E − 05	5.83E − 07	7.36E − 07	9.52E − 07	2.05E − 06
Mandible	4.39E − 07	2.47E − 06	5.45E − 07	2.56E − 06	1.30E − 07	5.26E − 06	9.95E − 07	5.46E − 06	2.09E − 07	3.43E − 07	4.27E − 07	6.66E − 07
Other tissues	3.06E − 07	2.70E − 06	4.15E − 07	2.61E − 06	8.85E − 08	5.42E − 06	9.71E − 07	5.63E − 06	1.16E − 07	1.72E − 07	2.30E − 07	5.97E − 07
Skin	5.13E − 07	6.01E − 06	7.44E − 07	4.76E − 06	2.09E − 07	9.86E − 06	1.75E − 06	1.02E − 05	2.14E − 07	2.86E − 07	3.85E − 07	1.06E − 06
Spinal cord	2.74E − 07	2.40E − 06	3.55E − 07	2.39E − 06	5.04E − 08	4.92E − 06	8.75E − 07	5.13E − 06	9.04E − 08	1.47E − 07	1.99E − 07	5.36E − 07
Spinal skeleton	4.22E − 07	2.32E − 06	5.35E − 07	2.33E − 06	1.55E − 07	4.81E − 06	9.23E − 07	4.96E − 06	2.22E − 07	3.55E − 07	4.36E − 07	6.25E − 07
Thalami	1.10E − 06	7.42E − 06	1.60E − 06	7.87E − 06	5.63E − 07	1.61E − 05	3.08E − 06	1.65E − 05	5.51E − 07	7.31E − 07	9.45E − 07	2.00E − 06
Thyroid	8.88E − 08	8.20E − 07	1.13E − 07	8.96E − 07	3.83E − 09	1.85E − 06	3.22E − 07	1.94E − 06	2.10E − 08	3.94E − 08	5.62E − 08	1.92E − 07
Trunk	1.13E − 09	1.42E − 08	1.48E − 09	1.89E − 08	1.37E − 11	3.48E − 08	5.14E − 09	3.94E − 08	2.10E − 10	3.83E − 10	5.94E − 10	2.75E − 09
White matter	1.18E − 06	9.37E − 06	1.87E − 06	9.25E − 06	8.67E − 07	1.89E − 05	3.49E − 06	1.94E − 05	6.69E − 07	7.93E − 07	1.02E − 06	2.19E − 06

TABLE B6
S Values for Sources Located in the Cranium

Targets	S values (mGy · MBq^{-1} sec^{-1})											
	^{32}P	^{33}P	^{89}Sr	^{90}Sr	^{90}Y	^{99m}Tc	^{131}Cs	^{131}I	^{153}Sm	^{186}Re	^{188}Re	^{226}Ra
Brain (total)	1.68E − 06	4.04E − 10	1.09E − 06	7.13E − 09	4.62E − 06	1.12E − 06	3.95E − 07	3.45E − 06	7.29E − 07	3.82E − 07	3.19E − 06	5.98E − 08
Caudate nuclei	2.43E − 08	3.11E − 10	1.91E − 08	2.58E − 09	4.60E − 08	8.94E − 07	2.40E − 07	2.65E − 06	5.46E − 07	1.65E − 07	4.30E − 07	4.66E − 08
Cerebellum	2.13E − 06	4.29E − 10	1.37E − 06	6.12E − 09	5.95E − 06	1.19E − 06	4.54E − 07	3.66E − 06	7.95E − 07	4.33E − 07	3.97E − 06	6.36E − 08
Cerebral cortex	3.45E − 06	4.88E − 10	2.24E − 06	1.24E − 08	9.48E − 06	1.24E − 06	4.83E − 07	3.89E − 06	8.35E − 07	5.94E − 07	6.07E − 06	6.69E − 08
Cranium	1.98E − 04	2.49E − 05	1.70E − 04	6.21E − 05	2.49E − 04	7.73E − 06	5.31E − 06	6.74E − 05	8.88E − 05	1.07E − 04	2.19E − 04	1.50E − 03
Eyes	2.15E − 08	2.16E − 11	1.64E − 08	9.93E − 10	4.53E − 08	5.60E − 07	6.00E − 08	1.87E − 06	2.57E − 07	9.51E − 08	2.96E − 07	3.08E − 08
Lentiform nuclei	2.84E − 08	1.67E − 10	2.18E − 08	2.42E − 09	5.62E − 08	9.71E − 07	2.57E − 07	2.87E − 06	5.86E − 07	1.79E − 07	4.66E − 07	5.03E − 08
Mandible	2.65E − 07	1.68E − 09	1.91E − 07	1.63E − 08	5.68E − 07	4.42E − 07	1.07E − 07	1.03E − 06	3.30E − 07	1.45E − 07	5.38E − 07	2.10E − 08
Other tissues	1.18E − 06	7.78E − 09	8.64E − 07	7.85E − 08	2.31E − 06	3.25E − 07	7.39E − 08	1.09E − 06	2.88E − 07	3.38E − 07	1.71E − 06	1.78E − 08
Skin	1.29E − 05	8.06E − 08	9.64E − 06	8.60E − 07	2.28E − 05	6.17E − 07	2.02E − 07	2.88E − 06	1.63E − 06	3.32E − 06	1.66E − 05	3.87E − 08
Spinal cord	8.21E − 07	4.01E − 09	6.05E − 07	5.54E − 08	1.68E − 06	2.95E − 07	4.99E − 08	9.45E − 07	2.29E − 07	2.49E − 07	1.24E − 06	1.65E − 08
Spinal skeleton	6.18E − 07	3.18E − 09	4.50E − 07	3.61E − 08	1.25E − 06	4.41E − 07	1.36E − 07	1.02E − 06	3.89E − 07	2.30E − 07	9.98E − 07	2.07E − 08
Thalami	3.31E − 08	5.27E − 10	2.53E − 08	2.75E − 09	5.85E − 08	9.69E − 07	2.32E − 07	2.74E − 06	5.79E − 07	1.79E − 07	4.57E − 07	5.04E − 08
Thyroid	3.25E − 09	1.44E − 12	2.53E − 09	2.94E − 10	6.34E − 09	9.79E − 08	5.43E − 09	3.37E − 07	3.83E − 08	1.58E − 08	5.36E − 08	5.32E − 09
Trunk	3.78E − 11	1.22E − 13	2.96E − 11	1.83E − 12	7.46E − 11	1.10E − 09	1.09E − 11	5.07E − 09	3.41E − 10	1.64E − 10	8.11E − 10	6.24E − 11
White matter	3.20E − 08	3.26E − 10	2.46E − 08	2.70E − 09	6.84E − 08	1.01E − 06	3.13E − 07	3.04E − 06	6.29E − 07	1.87E − 07	4.94E − 07	5.34E − 08

TABLE B7
S Values for Sources Located in the Lateral Ventricles

Targets	S values (mGy · MBq^{-1} sec^{-1})											
	^{11}C	^{13}N	^{15}O	^{18}F	^{32}P	^{57}Cu	^{62}Cu	^{64}Cu	^{67}Cu	^{76}Br	^{82}Rb	^{85}Kr
Brain (total)	6.55E − 05	7.68E − 05	1.03E − 04	5.09E − 05	7.55E − 05	4.17E − 04	1.63E − 04	1.77E − 05	1.98E − 05	1.22E − 04	1.78E − 04	2.75E − 05
Caudate nuclei	5.84E − 05	5.91E − 05	6.61E − 05	5.82E − 05	7.09E − 06	1.47E − 03	1.49E − 04	1.08E − 05	6.60E − 06	1.89E − 04	1.98E − 04	2.01E − 07
Cerebellum	8.75E − 06	8.77E − 06	8.79E − 06	8.77E − 06	2.97E − 08	9.67E − 06	8.71E − 06	1.62E − 06	1.06E − 06	1.99E − 05	9.39E − 06	2.34E − 08
Cerebral cortex	1.29E − 05	1.29E − 05	1.31E − 05	1.29E − 05	1.49E − 07	5.61E − 05	1.48E − 05	2.39E − 06	1.55E − 06	3.08E − 05	1.70E − 05	3.55E − 08
Cranium	6.83E − 06	6.84E − 06	6.87E − 06	6.84E − 06	3.71E − 08	7.65E − 06	6.83E − 06	1.26E − 06	1.15E − 06	1.56E − 05	7.36E − 06	2.11E − 08
Eyes	4.03E − 06	4.04E − 06	4.05E − 06	4.04E − 06	1.01E − 08	4.45E − 06	4.01E − 06	7.49E − 07	4.51E − 07	9.74E − 06	4.34E − 06	1.04E − 08
Lentiform nuclei	3.75E − 05	3.76E − 05	3.90E − 05	3.75E − 05	1.37E − 06	3.42E − 04	5.47E − 05	6.93E − 06	4.37E − 06	9.51E − 05	6.67E − 05	1.09E − 07
Mandible	2.44E − 06	2.44E − 06	2.45E − 06	2.44E − 06	9.34E − 09	2.71E − 06	2.43E − 06	4.52E − 07	3.87E − 07	5.71E − 06	2.62E − 06	6.55E − 09
Other tissues	2.20E − 06	2.21E − 06	2.21E − 06	2.21E − 06	6.14E − 09	2.43E − 06	2.19E − 06	4.08E − 07	2.48E − 07	5.17E − 06	2.37E − 06	5.59E − 09
Skin	3.11E − 06	3.12E − 06	3.12E − 06	3.12E − 06	8.77E − 09	3.44E − 06	3.09E − 06	5.77E − 07	3.26E − 07	7.22E − 06	3.34E − 06	7.87E − 09
Spinal cord	1.96E − 06	1.96E − 06	1.97E − 06	1.96E − 06	6.92E − 09	2.17E − 06	1.95E − 06	3.62E − 07	2.32E − 07	4.48E − 06	2.09E − 06	5.73E − 09
Spinal skeleton	1.92E − 06	1.92E − 06	1.93E − 06	1.92E − 06	7.94E − 09	2.13E − 06	1.91E − 06	3.55E − 07	3.20E − 07	4.37E − 06	2.06E − 06	5.12E − 09
Thalami	5.37E − 05	5.49E − 05	6.07E − 05	5.30E − 05	7.23E − 06	7.25E − 04	1.03E − 04	9.83E − 06	6.08E − 06	1.48E − 04	1.28E − 04	4.04E − 07
Thyroid	9.42E − 07	9.43E − 07	9.46E − 07	9.44E − 07	2.97E − 09	1.07E − 06	9.39E − 07	1.74E − 07	9.84E − 08	2.38E − 06	1.01E − 06	2.18E − 09
Trunk	1.78E − 08	1.78E − 08	1.79E − 08	1.79E − 08	3.19E − 11	2.00E − 08	1.77E − 08	3.36E − 09	1.22E − 09	6.30E − 08	1.96E − 08	4.26E − 11
White matter	3.30E − 05	3.67E − 05	4.91E − 05	2.98E − 05	1.96E − 05	4.31E − 04	9.59E − 05	6.00E − 06	3.92E − 06	9.81E − 05	1.13E − 04	2.26E − 06

	^{99m}Tc	^{122}I	^{123}I	^{124}I	^{125}I	^{130}I	^{131}I	^{132}I	^{133}Xe	^{197}Hg	^{201}Tl	^{203}Hg
Brain (total)	4.79E − 06	1.37E − 04	8.50E − 06	4.48E − 05	5.54E − 06	7.98E − 05	2.98E − 05	1.02E − 04	1.67E − 05	9.59E − 06	7.69E − 06	1.63E − 05
Caudate nuclei	7.46E − 06	1.38E − 04	1.43E − 05	6.23E − 05	1.00E − 05	1.16E − 04	2.18E − 05	1.22E − 04	5.51E − 06	5.49E − 06	6.88E − 06	1.37E − 05
Cerebellum	1.17E − 06	8.07E − 06	1.72E − 06	8.58E − 06	6.48E − 07	1.76E − 05	3.31E − 06	1.81E − 05	6.21E − 07	8.14E − 07	1.04E − 06	2.11E − 06
Cerebral cortex	1.72E − 06	1.38E − 05	2.72E − 06	1.29E − 05	1.30E − 06	2.61E − 05	4.88E − 06	2.69E − 05	1.02E − 06	1.21E − 06	1.54E − 06	3.11E − 06
Cranium	1.38E − 06	6.39E − 06	2.06E − 06	6.91E − 06	1.10E − 06	1.38E − 05	2.76E − 06	1.41E − 05	1.08E − 06	1.49E − 06	1.77E − 06	1.94E − 06
Eyes	4.85E − 07	3.70E − 06	6.03E − 07	4.03E − 06	4.29E − 08	8.32E − 06	1.50E − 06	8.68E − 06	1.36E − 07	2.42E − 07	3.34E − 07	9.42E − 07
Lentiform nuclei	4.90E − 06	5.10E − 05	8.77E − 06	3.80E − 05	5.49E − 06	7.53E − 05	1.41E − 05	7.78E − 05	3.44E − 06	3.55E − 06	4.49E − 06	8.89E − 06
Mandible	4.66E − 07	2.24E − 06	5.34E − 07	2.38E − 06	7.83E − 08	4.94E − 06	9.69E − 07	5.08E − 06	1.95E − 07	3.49E − 07	4.37E − 07	6.68E − 07
Other tissues	2.72E − 07	2.02E − 06	3.43E − 07	2.16E − 06	4.31E − 08	4.50E − 06	8.16E − 07	4.65E − 06	9.03E − 08	1.51E − 07	2.03E − 07	5.10E − 07
Skin	3.48E − 07	2.85E − 06	4.59E − 07	3.04E − 06	7.08E − 08	6.36E − 06	1.14E − 06	6.58E − 06	1.19E − 07	1.91E − 07	2.58E − 07	6.97E − 07
Spinal cord	2.52E − 07	1.79E − 06	3.14E − 07	1.84E − 06	3.17E − 08	3.81E − 06	7.37E − 07	3.84E − 06	7.66E − 08	1.31E − 07	1.79E − 07	4.73E − 07
Spinal skeleton	3.88E − 07	1.76E − 06	4.41E − 07	1.85E − 06	6.61E − 08	3.87E − 06	7.73E − 07	3.96E − 06	1.65E − 07	2.96E − 07	3.69E − 07	5.41E − 07
Thalami	6.77E − 06	9.44E − 05	1.26E − 05	5.54E − 05	8.49E − 06	1.06E − 04	1.99E − 05	1.11E − 04	4.96E − 06	4.97E − 06	6.25E − 06	1.24E − 05
Thyroid	1.06E − 07	8.65E − 07	1.30E − 07	9.39E − 07	5.19E − 09	1.88E − 06	3.43E − 07	1.94E − 06	2.72E − 08	5.09E − 08	7.09E − 08	2.11E − 07
Trunk	1.25E − 09	1.67E − 08	1.66E − 09	2.24E − 08	1.28E − 11	4.14E − 08	5.99E − 09	4.70E − 08	2.33E − 10	4.28E − 10	6.62E − 10	3.14E − 09
White matter	3.69E − 06	8.38E − 05	6.56E − 06	3.43E − 05	4.07E − 06	5.98E − 05	1.17E − 05	6.92E − 05	2.78E − 06	2.81E − 06	3.48E − 06	6.86E − 06

TABLE B8
S Values for Sources Located in the Lentiform Nuclei

Targets	S values (mGy · MBq^{-1} sec^{-1})											
	^{11}C	^{13}N	^{15}O	^{18}F	^{32}P	^{57}Cu	^{62}Cu	^{64}Cu	^{67}Cu	^{76}Br	^{82}Rb	^{85}Kr
Brain (total)	6.32E − 05	7.46E − 05	1.01E − 04	4.87E − 05	7.55E − 05	4.14E − 04	1.61E − 04	1.73E − 05	1.95E − 05	1.17E − 04	1.76E − 04	2.75E − 05
Caudate nuclei	1.30E − 04	1.62E − 04	2.71E − 04	1.01E − 04	1.73E − 04	3.25E − 03	6.81E − 04	2.32E − 05	1.52E − 05	4.92E − 04	8.09E − 04	2.01E − 05
Cerebellum	5.69E − 06	5.69E − 06	5.71E − 06	5.70E − 06	1.87E − 08	6.27E − 06	5.65E − 06	1.05E − 06	6.87E − 07	1.29E − 05	6.09E − 06	1.51E − 08
Cerebral cortex	1.07E − 05	1.08E − 05	1.08E − 05	1.08E − 05	4.49E − 08	3.48E − 05	1.14E − 05	1.99E − 06	1.30E − 06	2.50E − 05	1.28E − 05	2.92E − 08
Cranium	7.55E − 06	7.56E − 06	7.59E − 06	7.56E − 06	4.18E − 08	9.41E − 06	7.56E − 06	1.40E − 06	1.26E − 06	1.71E − 05	8.17E − 06	2.36E − 08
Eyes	6.91E − 06	6.92E − 06	6.94E − 06	6.92E − 06	2.34E − 08	7.61E − 06	6.88E − 06	1.28E − 06	8.00E − 07	1.62E − 05	7.43E − 06	1.75E − 08
Lentiform nuclei	3.29E − 03	4.03E − 03	5.61E − 03	2.29E − 03	5.09E − 03	1.41E − 02	8.52E − 03	1.04E − 03	1.31E − 03	4.60E − 03	8.96E − 03	2.03E − 03
Mandible	4.59E − 06	4.59E − 06	4.61E − 06	4.60E − 06	1.91E − 08	5.11E − 06	4.57E − 06	8.49E − 07	7.26E − 07	1.05E − 05	4.93E − 06	1.32E − 08
Other tissues	3.47E − 06	3.48E − 06	3.48E − 06	3.48E − 06	1.01E − 08	3.83E − 06	3.45E − 06	6.43E − 07	4.02E − 07	8.02E − 06	3.73E − 06	8.93E − 09
Skin	3.06E − 06	3.06E − 06	3.07E − 06	3.06E − 06	8.15E − 09	3.37E − 06	3.04E − 06	5.67E − 07	3.16E − 07	7.12E − 06	3.29E − 06	7.64E − 09
Spinal cord	2.01E − 06	2.01E − 06	2.01E − 06	2.01E − 06	5.06E − 09	2.19E − 06	1.99E − 06	3.70E − 07	2.35E − 07	4.30E − 06	2.14E − 06	5.90E − 09
Spinal skeleton	2.03E − 06	2.03E − 06	2.04E − 06	2.03E − 06	9.02E − 09	2.25E − 06	2.02E − 06	3.74E − 07	3.78E − 07	4.42E − 06	2.17E − 06	5.78E − 09
Thalami	1.32E − 04	1.61E − 04	2.60E − 04	1.05E − 04	1.57E − 04	3.18E − 03	6.28E − 04	2.36E − 05	1.55E − 05	4.80E − 04	7.49E − 04	1.83E − 05
Thyroid	1.39E − 06	1.39E − 06	1.39E − 06	1.39E − 06	5.06E − 09	1.54E − 06	1.38E − 06	2.58E − 07	1.70E − 07	3.50E − 06	1.50E − 06	3.73E − 09
Trunk	2.40E − 08	2.41E − 08	2.41E − 08	2.41E − 08	4.33E − 11	2.71E − 08	2.39E − 08	4.53E − 09	1.84E − 09	8.13E − 08	2.64E − 08	5.78E − 11
White matter	2.81E − 05	3.06E − 05	3.93E − 05	2.59E − 05	1.36E − 05	3.49E − 04	7.32E − 05	5.12E − 06	3.34E − 06	8.10E − 05	8.65E − 05	1.57E − 06
	^{99m}Tc	^{122}I	^{123}I	^{124}I	^{125}I	^{130}I	^{131}I	^{132}I	^{133}Xe	^{197}Hg	^{201}Tl	^{203}Hg
Brain (total)	4.51E − 06	1.34E − 04	7.99E − 06	4.25E − 05	5.23E − 06	7.53E − 05	2.90E − 05	9.78E − 05	1.65E − 05	9.36E − 06	7.41E − 06	1.58E − 05
Caudate nuclei	1.08E − 05	5.84E − 04	2.16E − 05	1.41E − 04	1.61E − 05	2.00E − 04	4.20E − 05	2.76E − 04	1.05E − 05	9.07E − 06	1.08E − 05	2.13E − 05
Cerebellum	7.60E − 07	5.22E − 06	1.03E − 06	5.51E − 06	2.76E − 07	1.14E − 05	2.14E − 06	1.17E − 05	3.42E − 07	5.00E − 07	6.46E − 07	1.37E − 06
Cerebral cortex	1.44E − 06	1.06E − 05	2.23E − 06	1.06E − 05	9.97E − 07	2.17E − 05	4.07E − 06	2.23E − 05	8.13E − 07	9.87E − 07	1.26E − 06	2.60E − 06
Cranium	1.51E − 06	7.12E − 06	2.46E − 06	7.75E − 06	1.56E − 06	1.52E − 05	3.05E − 06	1.55E − 05	1.31E − 06	1.65E − 06	1.96E − 06	2.13E − 06
Eyes	8.72E − 07	6.34E − 06	1.08E − 06	6.70E − 06	8.73E − 08	1.41E − 05	2.59E − 06	1.45E − 05	2.53E − 07	4.45E − 07	6.09E − 07	1.64E − 06
Lentiform nuclei	1.62E − 04	6.93E − 03	2.99E − 04	1.66E − 03	2.20E − 04	2.87E − 03	1.66E − 03	4.24E − 03	1.14E − 03	5.82E − 04	3.99E − 04	8.69E − 04
Mandible	8.68E − 07	4.23E − 06	1.07E − 06	4.48E − 06	2.74E − 07	9.31E − 06	1.82E − 06	9.55E − 06	4.40E − 07	7.24E − 07	8.91E − 07	1.25E − 06
Other tissues	4.41E − 07	3.18E − 06	5.75E − 07	3.38E − 06	1.06E − 07	7.06E − 06	1.30E − 06	7.27E − 06	1.65E − 07	2.59E − 07	3.43E − 07	8.18E − 07
Skin	3.39E − 07	2.80E − 06	4.40E − 07	2.99E − 06	5.64E − 08	6.28E − 06	1.11E − 06	6.52E − 06	1.08E − 07	1.76E − 07	2.40E − 07	6.79E − 07
Spinal cord	2.59E − 07	1.83E − 06	3.22E − 07	1.83E − 06	3.61E − 08	3.98E − 06	7.51E − 07	4.01E − 06	8.17E − 08	1.37E − 07	1.85E − 07	4.76E − 07
Spinal skeleton	4.62E − 07	1.86E − 06	5.26E − 07	1.90E − 06	9.13E − 08	4.01E − 06	8.44E − 07	4.03E − 06	2.08E − 07	3.71E − 07	4.58E − 07	6.15E − 07
Thalami	1.17E − 05	5.41E − 04	2.32E − 05	1.42E − 04	1.71E − 05	2.10E − 04	4.34E − 05	2.80E − 04	1.09E − 05	9.63E − 06	1.16E − 05	2.27E − 05
Thyroid	1.85E − 07	1.28E − 06	2.25E − 07	1.42E − 06	1.28E − 08	2.92E − 06	5.33E − 07	3.08E − 06	4.84E − 08	8.55E − 08	1.20E − 07	3.42E − 07
Trunk	1.91E − 09	2.25E − 08	2.47E − 09	2.94E − 08	2.87E − 11	5.51E − 08	8.26E − 09	6.19E − 08	3.77E − 10	6.96E − 10	1.05E − 09	4.49E − 09
White matter	3.27E − 06	6.44E − 05	5.75E − 06	2.90E − 05	3.50E − 06	5.20E − 05	1.01E − 05	5.89E − 05	2.37E − 06	2.44E − 06	3.04E − 06	6.02E − 06

TABLE B9
S Values for Sources Located in the Spinal CSF

Targets	S values (mGy · MBq^{-1} sec^{-1})											
	^{11}C	^{13}N	^{15}O	^{18}F	^{32}P	^{57}Cu	^{62}Cu	^{64}Cu	^{67}Cu	^{76}Br	^{82}Rb	^{85}Kr
Brain (total)	2.63E − 06	2.64E − 06	2.64E − 06	2.64E − 06	7.42E − 09	3.80E − 06	2.64E − 06	4.88E − 07	2.95E − 07	6.20E − 06	2.87E − 06	6.71E − 09
Caudate nuclei	2.37E − 06	2.37E − 06	2.38E − 06	2.37E − 06	7.98E − 09	2.60E − 06	2.36E − 06	4.39E − 07	2.69E − 07	5.40E − 06	2.54E − 06	6.20E − 09
Cerebellum	3.82E − 06	3.83E − 06	3.84E − 06	3.83E − 06	1.14E − 08	4.29E − 06	3.81E − 06	7.09E − 07	4.36E − 07	9.07E − 06	4.12E − 06	9.88E − 09
Cerebral cortex	2.50E − 06	2.51E − 06	2.51E − 06	2.51E − 06	7.08E − 09	4.83E − 06	2.53E − 06	4.64E − 07	2.76E − 07	5.96E − 06	2.78E − 06	6.42E − 09
Cranium	3.21E − 06	3.36E − 06	3.86E − 06	3.08E − 06	7.90E − 07	2.03E − 05	5.83E − 06	5.89E − 07	4.81E − 07	8.44E − 06	6.70E − 06	9.43E − 08
Eyes	1.19E − 06	1.19E − 06	1.19E − 06	1.19E − 06	2.60E − 09	1.34E − 06	1.18E − 06	2.20E − 07	1.17E − 07	3.10E − 06	1.27E − 06	3.50E − 09
Lentiform nuclei	3.24E − 06	3.24E − 06	3.25E − 06	3.24E − 06	9.83E − 09	3.65E − 06	3.22E − 06	5.99E − 07	3.80E − 07	7.31E − 06	3.48E − 06	8.07E − 09
Mandible	3.39E − 06	3.39E − 06	3.40E − 06	3.39E − 06	1.42E − 08	3.79E − 06	3.38E − 06	6.27E − 07	5.29E − 07	7.86E − 06	3.64E − 06	9.46E − 09
Other tissues	9.52E − 06	9.53E − 06	9.55E − 06	9.54E − 06	2.77E − 08	1.27E − 05	9.51E − 06	1.76E − 06	1.08E − 06	2.19E − 05	1.03E − 05	2.44E − 08
Skin	2.92E − 06	2.93E − 06	2.93E − 06	2.93E − 06	7.83E − 09	3.23E − 06	2.91E − 06	5.41E − 07	2.95E − 07	6.83E − 06	3.14E − 06	7.25E − 09
Spinal cord	5.49E − 04	8.04E − 04	1.65E − 03	3.19E − 04	1.35E − 03	9.78E − 03	4.20E − 03	9.39E − 05	6.53E − 05	2.31E − 03	4.72E − 03	1.54E − 04
Spinal skeleton	9.88E − 05	1.19E − 04	1.89E − 04	8.07E − 05	1.09E − 04	2.16E − 03	4.45E − 04	1.77E − 05	1.34E − 05	3.50E − 04	5.28E − 04	1.22E − 05
Thalami	4.35E − 06	4.35E − 06	4.37E − 06	4.36E − 06	1.36E − 08	4.87E − 06	4.33E − 06	8.04E − 07	4.91E − 07	1.00E − 05	4.67E − 06	1.07E − 08
Thyroid	7.91E − 06	7.92E − 06	7.95E − 06	7.93E − 06	2.77E − 08	8.80E − 06	7.87E − 06	1.46E − 06	9.38E − 07	1.81E − 05	8.49E − 06	2.05E − 08
Trunk	2.62E − 07	2.64E − 07	2.70E − 07	2.61E − 07	9.28E − 09	5.26E − 07	2.91E − 07	4.86E − 08	2.81E − 08	6.72E − 07	3.21E − 07	1.59E − 09
White matter	2.45E − 06	2.46E − 06	2.46E − 06	2.46E − 06	6.68E − 09	2.72E − 06	2.44E − 06	4.55E − 07	2.77E − 07	5.72E − 06	2.64E − 06	6.21E − 09
	^{99m}Tc	^{122}I	^{123}I	^{124}I	^{125}I	^{130}I	^{131}I	^{132}I	^{133}Xe	^{197}Hg	^{201}Tl	^{203}Hg
Brain (total)	3.22E − 07	2.43E − 06	4.07E − 07	2.58E − 06	4.77E − 08	5.40E − 06	9.78E − 07	5.59E − 06	1.02E − 07	1.70E − 07	2.31E − 07	6.11E − 07
Caudate nuclei	2.93E − 07	2.17E − 06	3.58E − 07	2.28E − 06	2.17E − 08	4.76E − 06	8.82E − 07	4.89E − 06	7.81E − 08	1.39E − 07	1.93E − 07	5.55E − 07
Cerebellum	4.73E − 07	3.51E − 06	5.98E − 07	3.77E − 06	6.89E − 08	7.90E − 06	1.43E − 06	8.21E − 06	1.49E − 07	2.51E − 07	3.40E − 07	8.99E − 07
Cerebral cortex	3.00E − 07	2.34E − 06	3.84E − 07	2.46E − 06	5.06E − 08	5.15E − 06	9.26E − 07	5.35E − 06	9.63E − 08	1.57E − 07	2.14E − 07	5.75E − 07
Cranium	5.44E − 07	5.20E − 06	7.54E − 07	3.27E − 06	3.10E − 07	6.26E − 06	1.23E − 06	6.77E − 06	3.30E − 07	4.73E − 07	5.77E − 07	8.15E − 07
Eyes	1.22E − 07	1.09E − 06	1.53E − 07	1.22E − 06	1.42E − 09	2.41E − 06	4.32E − 07	2.52E − 06	2.28E − 08	4.13E − 08	6.41E − 08	2.61E − 07
Lentiform nuclei	4.20E − 07	2.97E − 06	5.15E − 07	3.10E − 06	4.83E − 08	6.61E − 06	1.21E − 06	6.81E − 06	1.29E − 07	2.24E − 07	3.03E − 07	7.68E − 07
Mandible	6.36E − 07	3.11E − 06	7.20E − 07	3.29E − 06	8.98E − 08	6.84E − 06	1.34E − 06	7.01E − 06	2.60E − 07	4.79E − 07	5.99E − 07	9.18E − 07
Other tissues	1.17E − 06	8.78E − 06	1.56E − 06	9.25E − 06	3.10E − 07	1.93E − 05	3.54E − 06	1.99E − 05	4.51E − 07	6.93E − 07	9.17E − 07	2.22E − 06
Skin	3.15E − 07	2.68E − 06	4.11E − 07	2.85E − 06	5.12E − 08	5.95E − 06	1.06E − 06	6.16E − 06	9.89E − 08	1.62E − 07	2.22E − 07	6.41E − 07
Spinal cord	2.50E − 05	3.50E − 03	5.13E − 05	6.18E − 04	3.99E − 05	6.29E − 04	1.53E − 04	1.19E − 03	3.56E − 05	2.69E − 05	2.96E − 05	5.77E − 05
Spinal skeleton	1.20E − 05	3.85E − 04	2.75E − 05	1.12E − 04	2.59E − 05	1.62E − 04	3.41E − 05	2.11E − 04	1.57E − 05	1.45E − 05	1.67E − 05	1.94E − 05
Thalami	5.46E − 07	3.98E − 06	6.78E − 07	4.17E − 06	8.03E − 08	8.80E − 06	1.60E − 06	9.04E − 06	1.83E − 07	3.14E − 07	4.17E − 07	1.00E − 06
Thyroid	1.03E − 06	7.25E − 06	1.32E − 06	7.64E − 06	2.17E − 07	1.60E − 05	2.97E − 06	1.64E − 05	3.83E − 07	6.25E − 07	8.22E − 07	1.89E − 06
Trunk	3.04E − 08	2.67E − 07	3.90E − 08	2.68E − 07	5.41E − 09	5.43E − 07	9.58E − 08	5.74E − 07	9.86E − 09	1.59E − 08	2.16E − 08	5.84E − 08
White matter	3.03E − 07	2.25E − 06	3.79E − 07	2.39E − 06	4.03E − 08	5.00E − 06	9.12E − 07	5.17E − 06	9.39E − 08	1.60E − 07	2.17E − 07	5.71E − 07

TABLE B10
S Values for Sources Located in the Spinal Skeleton

Targets	S values (mGy · MBq^{-1} sec^{-1})											
	^{32}P	^{33}P	^{89}Sr	^{90}Sr	^{90}Y	^{99m}Tc	^{131}Cs	^{131}I	^{153}Sm	^{186}Re	^{188}Re	^{226}Ra
Brain (total)	8.70E − 09	4.98E − 11	6.68E − 09	6.04E − 10	1.72E − 08	3.15E − 07	2.41E − 08	9.55E − 07	1.41E − 07	5.26E − 08	1.53E − 07	1.66E − 08
Caudate nuclei	9.67E − 09	1.00E − 10	7.56E − 09	6.16E − 10	1.78E − 08	2.88E − 07	1.18E − 08	8.69E − 07	1.22E − 07	4.80E − 08	1.38E − 07	1.55E − 08
Cerebellum	1.31E − 08	9.01E − 11	1.00E − 08	8.83E − 10	2.60E − 08	4.68E − 07	3.62E − 08	1.45E − 06	2.13E − 07	7.89E − 08	2.29E − 07	2.49E − 08
Cerebral cortex	8.27E − 09	4.73E − 11	6.37E − 09	5.98E − 10	1.71E − 08	2.92E − 07	2.50E − 08	9.01E − 07	1.31E − 07	4.87E − 08	1.43E − 07	1.55E − 08
Cranium	6.16E − 07	3.71E − 09	4.47E − 07	3.82E − 08	1.27E − 06	5.30E − 07	1.51E − 07	1.21E − 06	4.53E − 07	2.48E − 07	1.04E − 06	2.50E − 08
Eyes	1.93E − 09	1.37E − 12	1.62E − 09	2.79E − 10	5.16E − 09	1.18E − 07	1.06E − 09	4.52E − 07	3.69E − 08	1.74E − 08	6.59E − 08	6.70E − 09
Lentiform nuclei	1.12E − 08	6.45E − 12	8.16E − 09	5.34E − 10	2.24E − 08	4.05E − 07	2.42E − 08	1.19E − 06	1.88E − 07	6.89E − 08	1.91E − 07	2.11E − 08
Mandible	1.57E − 08	1.89E − 10	1.20E − 08	1.42E − 09	2.98E − 08	6.42E − 07	7.34E − 08	1.37E − 06	4.08E − 07	1.26E − 07	2.56E − 07	2.94E − 08
Other tissues	2.15E − 06	1.30E − 08	1.57E − 06	1.34E − 07	4.39E − 06	1.26E − 06	2.98E − 07	3.94E − 06	9.05E − 07	7.14E − 07	3.47E − 06	6.77E − 08
Skin	9.64E − 09	6.75E − 11	7.44E − 09	6.84E − 10	1.80E − 08	3.20E − 07	4.51E − 08	1.08E − 06	1.53E − 07	5.43E − 08	1.67E − 07	1.74E − 08
Spinal cord	3.02E − 06	2.69E − 09	1.43E − 06	2.15E − 08	2.56E − 05	7.83E − 06	3.43E − 06	2.43E − 05	5.07E − 06	1.41E − 06	1.34E − 05	4.21E − 07
Spinal skeleton	6.97E − 04	8.21E − 05	5.90E − 04	2.07E − 04	9.10E − 04	2.94E − 05	2.17E − 05	2.33E − 04	3.01E − 04	3.63E − 04	7.81E − 04	4.92E − 03
Thalami	1.49E − 08	1.23E − 10	1.13E − 08	1.03E − 09	2.82E − 08	5.43E − 07	4.34E − 08	1.56E − 06	2.47E − 07	9.10E − 08	2.52E − 07	2.88E − 08
Thyroid	3.24E − 08	1.19E − 10	2.52E − 08	2.37E − 09	5.76E − 08	1.03E − 06	1.62E − 07	2.99E − 06	5.57E − 07	1.85E − 07	4.86E − 07	5.34E − 08
Trunk	7.37E − 09	3.96E − 11	5.36E − 09	4.25E − 10	1.52E − 08	2.91E − 08	2.75E − 09	9.22E − 08	1.38E − 08	6.33E − 09	2.37E − 08	1.54E − 09
White matter	7.97E − 09	4.33E − 11	6.10E − 09	5.52E − 10	1.51E − 08	2.96E − 07	2.05E − 08	8.83E − 07	1.32E − 07	4.94E − 08	1.42E − 07	1.55E − 08

TABLE B11
S Values for Sources Located in the Thalami

Targets	S values (mGy · MBq^{-1} sec^{-1})											
	^{11}C	^{13}N	^{15}O	^{18}F	^{32}P	^{57}Cu	^{62}Cu	^{64}Cu	^{67}Cu	^{76}Br	^{82}Rb	^{85}Kr
Brain (total)	6.44E − 05	7.58E − 05	1.02E − 04	4.99E − 05	7.55E − 05	4.16E − 04	1.62E − 04	1.75E − 05	1.97E − 05	1.20E − 04	1.77E − 04	2.75E − 05
Caudate nuclei	5.39E − 05	5.64E − 05	6.95E − 05	5.24E − 05	1.58E − 05	1.19E − 03	1.57E − 04	9.78E − 06	6.02E − 06	1.79E − 04	1.99E − 04	5.96E − 07
Cerebellum	8.75E − 06	8.76E − 06	8.78E − 06	8.77E − 06	2.87E − 08	9.64E − 06	8.70E − 06	1.62E − 06	1.07E − 06	1.99E − 05	9.38E − 06	2.32E − 08
Cerebral cortex	1.09E − 05	1.09E − 05	1.09E − 05	1.09E − 05	3.73E − 08	1.44E − 05	1.09E − 05	2.01E − 06	1.31E − 06	2.46E − 05	1.18E − 05	2.94E − 08
Cranium	7.24E − 06	7.25E − 06	7.28E − 06	7.25E − 06	4.04E − 08	8.12E − 06	7.23E − 06	1.34E − 06	1.24E − 06	1.64E − 05	7.80E − 06	2.30E − 08
Eyes	4.99E − 06	4.99E − 06	5.00E − 06	5.00E − 06	1.19E − 08	5.49E − 06	4.95E − 06	9.23E − 07	5.51E − 07	1.14E − 05	5.33E − 06	1.21E − 08
Lentiform nuclei	1.32E − 04	1.61E − 04	2.60E − 04	1.05E − 04	1.57E − 04	3.16E − 03	6.30E − 04	2.36E − 05	1.55E − 05	4.80E − 04	7.51E − 04	1.84E − 05
Mandible	4.00E − 06	4.00E − 06	4.01E − 06	4.00E − 06	1.68E − 08	4.44E − 06	3.98E − 06	7.40E − 07	6.47E − 07	9.16E − 06	4.29E − 06	1.15E − 08
Other tissues	3.68E − 06	3.69E − 06	3.70E − 06	3.69E − 06	1.08E − 08	4.07E − 06	3.66E − 06	6.82E − 07	4.28E − 07	8.50E − 06	3.95E − 06	9.49E − 09
Skin	2.99E − 06	2.99E − 06	3.00E − 06	3.00E − 06	8.16E − 09	3.28E − 06	2.97E − 06	5.54E − 07	3.10E − 07	6.97E − 06	3.21E − 06	7.53E − 09
Spinal cord	3.12E − 06	3.13E − 06	3.13E − 06	3.13E − 06	7.13E − 09	3.42E − 06	3.11E − 06	5.79E − 07	3.72E − 07	7.31E − 06	3.35E − 06	7.99E − 09
Spinal skeleton	3.19E − 06	3.20E − 06	3.21E − 06	3.20E − 06	1.54E − 08	3.54E − 06	3.18E − 06	5.90E − 07	5.50E − 07	7.11E − 06	3.43E − 06	9.34E − 09
Thalami	4.07E − 03	4.99E − 03	6.99E − 03	2.83E − 03	6.33E − 03	1.78E − 02	1.07E − 02	1.28E − 03	1.61E − 03	5.78E − 03	1.12E − 02	2.49E − 03
Thyroid	1.71E − 06	1.71E − 06	1.71E − 06	1.71E − 06	3.95E − 09	1.86E − 06	1.70E − 06	3.15E − 07	1.57E − 07	3.78E − 06	1.82E − 06	4.27E − 09
Trunk	2.61E − 08	2.61E − 08	2.62E − 08	2.62E − 08	5.46E − 11	2.95E − 08	2.60E − 08	4.92E − 09	2.03E − 09	8.80E − 08	2.87E − 08	6.29E − 11
White matter	2.86E − 05	3.10E − 05	3.89E − 05	2.66E − 05	1.25E − 05	3.44E − 04	7.04E − 05	5.23E − 06	3.39E − 06	8.11E − 05	8.33E − 05	1.47E − 06
	^{99m}Tc	^{122}I	^{123}I	^{124}I	^{125}I	^{130}I	^{131}I	^{132}I	^{133}Xe	^{197}Hg	^{201}Tl	^{203}Hg
Brain (total)	4.66E − 06	1.36E − 04	8.25E − 06	4.37E − 05	5.38E − 06	7.77E − 05	2.95E − 05	1.00E − 04	1.66E − 05	9.48E − 06	7.56E − 06	1.60E − 05
Caudate nuclei	6.74E − 06	1.41E − 04	1.27E − 05	5.91E − 05	8.75E − 06	1.06E − 04	1.97E − 05	1.17E − 04	4.92E − 06	4.98E − 06	6.22E − 06	1.22E − 05
Cerebellum	1.18E − 06	8.06E − 06	1.70E − 06	8.54E − 06	5.88E − 07	1.76E − 05	3.31E − 06	1.80E − 05	6.04E − 07	8.17E − 07	1.05E − 06	2.13E − 06
Cerebral cortex	1.45E − 06	1.01E − 05	2.21E − 06	1.07E − 05	9.42E − 07	2.19E − 05	4.11E − 06	2.25E − 05	8.12E − 07	1.01E − 06	1.29E − 06	2.62E − 06
Cranium	1.49E − 06	6.80E − 06	2.31E − 06	7.37E − 06	1.36E − 06	1.46E − 05	2.94E − 06	1.49E − 05	1.23E − 06	1.61E − 06	1.91E − 06	2.07E − 06
Eyes	5.92E − 07	4.55E − 06	7.31E − 07	4.78E − 06	4.10E − 08	1.01E − 05	1.85E − 06	1.03E − 05	1.57E − 07	2.85E − 07	3.96E − 07	1.16E − 06
Lentiform nuclei	1.17E − 05	5.43E − 04	2.32E − 05	1.42E − 04	1.72E − 05	2.10E − 04	4.35E − 05	2.79E − 04	1.09E − 05	9.63E − 06	1.16E − 05	2.28E − 05
Mandible	7.78E − 07	3.68E − 06	9.28E − 07	3.89E − 06	2.01E − 07	8.05E − 06	1.59E − 06	8.24E − 06	3.74E − 07	6.41E − 07	7.90E − 07	1.11E − 06
Other tissues	4.71E − 07	3.38E − 06	6.13E − 07	3.58E − 06	1.13E − 07	7.49E − 06	1.38E − 06	7.71E − 06	1.78E − 07	2.79E − 07	3.69E − 07	8.70E − 07
Skin	3.34E − 07	2.74E − 06	4.29E − 07	2.92E − 06	5.09E − 08	6.10E − 06	1.09E − 06	6.32E − 06	1.06E − 07	1.76E − 07	2.40E − 07	6.64E − 07
Spinal cord	4.05E − 07	2.86E − 06	5.22E − 07	3.07E − 06	8.31E − 08	6.27E − 06	1.18E − 06	6.45E − 06	1.40E − 07	2.20E − 07	2.97E − 07	7.54E − 07
Spinal skeleton	6.71E − 07	2.94E − 06	7.98E − 07	3.06E − 06	1.90E − 07	6.42E − 06	1.29E − 06	6.53E − 06	3.39E − 07	5.75E − 07	7.04E − 07	9.12E − 07
Thalami	2.01E − 04	8.70E − 03	3.71E − 04	2.08E − 03	2.73E − 04	3.57E − 03	2.04E − 03	5.28E − 03	1.39E − 03	7.14E − 04	4.90E − 04	1.07E − 03
Thyroid	1.72E − 07	1.55E − 06	2.13E − 07	1.58E − 06	1.34E − 08	3.30E − 06	5.93E − 07	3.32E − 06	4.97E − 08	9.02E − 08	1.23E − 07	3.48E − 07
Trunk	2.13E − 09	2.44E − 08	2.74E − 09	3.19E − 08	3.43E − 11	5.99E − 08	9.00E − 09	6.73E − 08	4.24E − 10	7.77E − 10	1.17E − 09	4.91E − 09
White matter	3.36E − 06	6.23E − 05	5.91E − 06	2.95E − 05	3.60E − 06	5.34E − 05	1.03E − 05	5.99E − 05	2.43E − 06	2.51E − 06	3.13E − 06	6.18E − 06

TABLE B12
S Values for Sources Located in the Third Ventricle

Targets	S values (mGy · MBq^{-1} sec^{-1})											
	^{11}C	^{13}N	^{15}O	^{18}F	^{32}P	^{57}Cu	^{62}Cu	^{64}Cu	^{67}Cu	^{76}Br	^{82}Rb	^{85}Kr
Brain (total)	6.51E − 05	7.64E − 05	1.03E − 04	5.06E − 05	7.55E − 05	4.16E − 04	1.63E − 04	1.77E − 05	1.98E − 05	1.21E − 04	1.78E − 04	2.75E − 05
Caudate nuclei	4.19E − 05	4.19E − 05	4.21E − 05	4.20E − 05	1.55E − 07	5.50E − 05	4.19E − 05	7.76E − 06	5.08E − 06	9.52E − 05	4.54E − 05	1.17E − 07
Cerebellum	9.03E − 06	9.04E − 06	9.06E − 06	9.04E − 06	3.11E − 08	9.99E − 06	8.98E − 06	1.67E − 06	1.10E − 06	2.05E − 05	9.68E − 06	2.42E − 08
Cerebral cortex	1.09E − 05	1.09E − 05	1.09E − 05	1.09E − 05	3.70E − 08	1.22E − 05	1.08E − 05	2.01E − 06	1.32E − 06	2.46E − 05	1.17E − 05	2.92E − 08
Cranium	7.04E − 06	7.05E − 06	7.08E − 06	7.05E − 06	3.81E − 08	7.88E − 06	7.03E − 06	1.30E − 06	1.21E − 06	1.59E − 05	7.58E − 06	2.21E − 08
Eyes	4.83E − 06	4.84E − 06	4.85E − 06	4.84E − 06	1.28E − 08	5.34E − 06	4.81E − 06	8.96E − 07	5.42E − 07	1.13E − 05	5.20E − 06	1.24E − 08
Lentiform nuclei	6.07E − 05	6.08E − 05	6.09E − 05	6.08E − 05	2.45E − 07	4.58E − 04	6.81E − 05	1.12E − 05	7.04E − 06	1.44E − 04	8.21E − 05	1.76E − 07
Mandible	3.64E − 06	3.64E − 06	3.65E − 06	3.64E − 06	1.52E − 08	4.07E − 06	3.63E − 06	6.73E − 07	5.99E − 07	8.35E − 06	3.91E − 06	1.02E − 08
Other tissues	3.37E − 06	3.37E − 06	3.38E − 06	3.37E − 06	9.92E − 09	3.71E − 06	3.35E − 06	6.23E − 07	3.93E − 07	7.78E − 06	3.61E − 06	8.63E − 09
Skin	2.99E − 06	3.00E − 06	3.00E − 06	3.00E − 06	8.05E − 09	3.29E − 06	2.98E − 06	5.55E − 07	3.11E − 07	6.98E − 06	3.22E − 06	7.45E − 09
Spinal cord	3.55E − 06	3.56E − 06	3.57E − 06	3.56E − 06	1.11E − 08	3.85E − 06	3.53E − 06	6.55E − 07	3.70E − 07	7.76E − 06	3.79E − 06	9.06E − 09
Spinal skeleton	3.06E − 06	3.07E − 06	3.08E − 06	3.07E − 06	1.52E − 08	3.40E − 06	3.05E − 06	5.66E − 07	5.34E − 07	6.94E − 06	3.29E − 06	8.72E − 09
Thalami	2.07E − 04	2.20E − 04	3.36E − 04	2.00E − 04	1.21E − 04	1.05E − 02	1.31E − 03	3.74E − 05	2.21E − 05	1.08E − 03	1.71E − 03	1.46E − 06
Thyroid	1.32E − 06	1.32E − 06	1.32E − 06	1.32E − 06	5.95E − 09	1.50E − 06	1.31E − 06	2.44E − 07	1.51E − 07	3.33E − 06	1.42E − 06	3.46E − 09
Trunk	2.53E − 08	2.53E − 08	2.54E − 08	2.53E − 08	5.22E − 11	2.86E − 08	2.51E − 08	4.76E − 09	1.88E − 09	8.55E − 08	2.77E − 08	6.06E − 11
White matter	4.47E − 05	5.58E − 05	8.89E − 05	3.45E − 05	5.61E − 05	4.82E − 04	1.76E − 04	7.99E − 06	5.42E − 06	1.34E − 04	1.97E − 04	7.15E − 06

	^{99m}Tc	^{122}I	^{123}I	^{124}I	^{125}I	^{130}I	^{131}I	^{132}I	^{133}Xe	^{197}Hg	^{201}Tl	^{203}Hg
Brain (total)	4.75E − 06	1.36E − 04	8.41E − 06	4.44E − 05	5.47E − 06	7.90E − 05	2.97E − 05	1.02E − 04	1.67E − 05	9.55E − 06	7.65E − 06	1.62E − 05
Caudate nuclei	5.66E − 06	3.93E − 05	1.02E − 05	4.26E − 05	6.46E − 06	8.49E − 05	1.60E − 05	8.73E − 05	4.07E − 06	4.14E − 06	5.23E − 06	1.02E − 05
Cerebellum	1.22E − 06	8.32E − 06	1.77E − 06	8.83E − 06	6.37E − 07	1.82E − 05	3.42E − 06	1.87E − 05	6.37E − 07	8.46E − 07	1.08E − 06	2.19E − 06
Cerebral cortex	1.46E − 06	1.00E − 05	2.20E − 06	1.07E − 05	9.14E − 07	2.19E − 05	4.12E − 06	2.24E − 05	8.12E − 07	1.02E − 06	1.31E − 06	2.63E − 06
Cranium	1.45E − 06	6.59E − 06	2.20E − 06	7.14E − 06	1.22E − 06	1.41E − 05	2.86E − 06	1.44E − 05	1.16E − 06	1.57E − 06	1.86E − 06	2.02E − 06
Eyes	5.87E − 07	4.43E − 06	7.21E − 07	4.74E − 06	4.32E − 08	1.00E − 05	1.80E − 06	1.04E − 05	1.59E − 07	2.85E − 07	3.96E − 07	1.13E − 06
Lentiform nuclei	7.89E − 06	6.50E − 05	1.48E − 05	6.12E − 05	1.00E − 05	1.22E − 04	2.29E − 05	1.25E − 04	5.87E − 06	5.71E − 06	7.22E − 06	1.44E − 05
Mandible	7.19E − 07	3.35E − 06	8.46E − 07	3.54E − 06	1.62E − 07	7.38E − 06	1.46E − 06	7.57E − 06	3.30E − 07	5.74E − 07	7.11E − 07	1.02E − 06
Other tissues	4.32E − 07	3.09E − 06	5.57E − 07	3.28E − 06	9.48E − 08	6.84E − 06	1.26E − 06	7.05E − 06	1.59E − 07	2.55E − 07	3.37E − 07	7.96E − 07
Skin	3.33E − 07	2.74E − 06	4.30E − 07	2.92E − 06	5.08E − 08	6.11E − 06	1.09E − 06	6.33E − 06	1.05E − 07	1.74E − 07	2.38E − 07	6.67E − 07
Spinal cord	4.12E − 07	3.24E − 06	5.18E − 07	3.30E − 06	6.72E − 08	7.07E − 06	1.28E − 06	7.18E − 06	1.39E − 07	2.31E − 07	3.09E − 07	7.74E − 07
Spinal skeleton	6.51E − 07	2.82E − 06	7.69E − 07	2.96E − 06	1.73E − 07	6.17E − 06	1.25E − 06	6.30E − 06	3.20E − 07	5.46E − 07	6.70E − 07	8.85E − 07
Thalami	2.54E − 05	1.17E − 03	5.28E − 05	2.63E − 04	4.21E − 05	4.09E − 04	7.47E − 05	4.90E − 04	1.98E − 05	1.98E − 05	2.41E − 05	4.64E − 05
Thyroid	1.64E − 07	1.21E − 06	1.99E − 07	1.34E − 06	1.10E − 08	2.75E − 06	4.93E − 07	2.89E − 06	4.61E − 08	8.53E − 08	1.16E − 07	3.10E − 07
Trunk	1.95E − 09	2.36E − 08	2.54E − 09	3.10E − 08	2.92E − 11	5.81E − 08	8.63E − 09	6.54E − 08	3.79E − 10	6.92E − 10	1.06E − 09	4.64E − 09
White matter	3.80E − 06	1.49E − 04	6.81E − 06	4.55E − 05	4.26E − 06	6.85E − 05	1.46E − 05	9.19E − 05	3.41E − 06	3.11E − 06	3.76E − 06	7.45E − 06

TABLE B13
S Values for Sources Located in the Thyroid

Targets	S values (mGy · MBq^{-1} sec^{-1})											
	^{99m}Tc	^{122}I	^{123}I	^{124}I	^{125}I	^{125m}I	^{126}I	^{130}I	^{131}I	^{132}I	^{132m}I	^{133}I
Brain (total)	1.03E − 07	8.81E − 07	1.27E − 07	9.78E − 07	5.61E − 09	3.96E − 07	4.54E − 09	2.01E − 06	3.45E − 07	2.12E − 06	2.94E − 07	5.68E − 07
Caudate nuclei	1.41E − 07	1.18E − 06	1.75E − 07	1.25E − 06	5.88E − 09	5.25E − 07	4.86E − 09	2.63E − 06	4.73E − 07	2.71E − 06	3.84E − 07	7.53E − 07
Cerebellum	8.81E − 08	7.94E − 07	1.09E − 07	8.84E − 07	2.37E − 09	3.56E − 07	2.24E − 09	1.82E − 06	3.08E − 07	1.92E − 06	2.65E − 07	5.13E − 07
Cerebral cortex	9.35E − 08	8.29E − 07	1.16E − 07	9.20E − 07	5.30E − 09	3.73E − 07	4.24E − 09	1.90E − 06	3.23E − 07	2.00E − 06	2.78E − 07	5.36E − 07
Cranium	1.57E − 07	8.51E − 07	1.82E − 07	9.47E − 07	2.38E − 08	3.93E − 07	1.81E − 08	1.94E − 06	3.58E − 07	2.04E − 06	2.94E − 07	5.47E − 07
Eyes	1.14E − 07	1.21E − 06	1.47E − 07	1.33E − 06	1.28E − 09	5.32E − 07	1.43E − 09	2.72E − 06	4.61E − 07	2.84E − 06	3.93E − 07	7.75E − 07
Lentiform nuclei	1.82E − 07	1.43E − 06	2.25E − 07	1.54E − 06	1.24E − 08	6.38E − 07	9.80E − 09	3.18E − 06	5.78E − 07	3.29E − 06	4.68E − 07	9.11E − 07
Mandible	7.66E − 07	3.68E − 06	1.03E − 06	3.93E − 06	3.98E − 07	1.74E − 06	2.73E − 07	8.01E − 06	1.58E − 06	8.20E − 06	1.29E − 06	2.30E − 06
Other tissues	1.44E − 06	3.23E − 05	2.51E − 06	1.37E − 05	1.48E − 06	5.69E − 06	8.28E − 07	2.43E − 05	4.68E − 06	2.79E − 05	4.23E − 06	9.17E − 06
Skin	3.20E − 07	2.64E − 06	5.05E − 07	2.83E − 06	2.17E − 07	1.21E − 06	1.29E − 07	5.78E − 06	1.04E − 06	5.97E − 06	8.90E − 07	1.65E − 06
Spinal cord	9.80E − 07	7.14E − 06	1.27E − 06	7.47E − 06	2.03E − 07	3.20E − 06	1.45E − 07	1.56E − 05	2.92E − 06	1.60E − 05	2.34E − 06	4.49E − 06
Spinal skeleton	1.52E − 06	7.20E − 06	2.12E − 06	7.71E − 06	9.26E − 07	3.45E − 06	6.29E − 07	1.57E − 05	3.11E − 06	1.61E − 05	2.56E − 06	4.49E − 06
Thalami	2.02E − 07	1.41E − 06	2.50E − 07	1.53E − 06	2.00E − 08	6.40E − 07	1.52E − 08	3.16E − 06	5.90E − 07	3.29E − 06	4.70E − 07	9.00E − 07
Thyroid	1.58E − 04	6.66E − 03	2.91E − 04	1.61E − 03	2.14E − 04	1.24E − 03	5.35E − 04	2.79E − 03	1.61E − 03	4.11E − 03	1.27E − 03	3.22E − 03
Trunk	5.60E − 08	4.52E − 07	7.71E − 08	4.61E − 07	2.05E − 08	1.92E − 07	1.31E − 08	9.35E − 07	1.68E − 07	9.80E − 07	1.42E − 07	2.68E − 07
White matter	1.09E − 07	9.14E − 07	1.34E − 07	1.02E − 06	5.99E − 09	4.11E − 07	4.86E − 09	2.08E − 06	3.60E − 07	2.20E − 06	3.05E − 07	5.90E − 07

TABLE B14
S Values for Sources Located in the White Matter

Targets	S values (mGy · MBq^{-1} sec^{-1})											
	^{11}C	^{13}N	^{15}O	^{18}F	^{32}P	^{57}Cu	^{62}Cu	^{64}Cu	^{67}Cu	^{76}Br	^{82}Rb	^{85}Kr
Brain (total)	6.15E − 05	7.28E − 05	9.92E − 05	4.70E − 05	7.55E − 05	4.08E − 04	1.59E − 04	1.70E − 05	1.93E − 05	1.14E − 04	1.74E − 04	2.75E − 05
Caudate nuclei	3.34E − 05	3.71E − 05	4.97E − 05	3.01E − 05	1.99E − 05	4.72E − 04	9.79E − 05	6.09E − 06	3.97E − 06	9.96E − 05	1.16E − 04	2.38E − 06
Cerebellum	7.94E − 06	7.95E − 06	7.97E − 06	7.95E − 06	2.64E − 08	1.37E − 05	7.99E − 06	1.47E − 06	9.33E − 07	1.81E − 05	8.72E − 06	2.09E − 08
Cerebral cortex	1.53E − 05	1.64E − 05	2.03E − 05	1.43E − 05	6.06E − 06	1.71E − 04	3.61E − 05	2.80E − 06	1.78E − 06	4.31E − 05	4.27E − 05	7.03E − 07
Cranium	8.08E − 06	8.10E − 06	8.13E − 06	8.09E − 06	4.60E − 08	1.87E − 05	8.27E − 06	1.50E − 06	1.28E − 06	1.87E − 05	9.13E − 06	2.57E − 08
Eyes	5.69E − 06	5.70E − 06	5.71E − 06	5.71E − 06	1.15E − 08	6.25E − 06	5.66E − 06	1.05E − 06	6.06E − 07	1.31E − 05	6.09E − 06	1.38E − 08
Lentiform nuclei	2.80E − 05	3.05E − 05	3.91E − 05	2.57E − 05	1.36E − 05	3.47E − 04	7.31E − 05	5.10E − 06	3.30E − 06	8.03E − 05	8.63E − 05	1.58E − 06
Mandible	2.66E − 06	2.66E − 06	2.67E − 06	2.66E − 06	9.80E − 09	2.96E − 06	2.65E − 06	4.92E − 07	4.09E − 07	6.24E − 06	2.86E − 06	7.30E − 09
Other tissues	2.35E − 06	2.35E − 06	2.36E − 06	2.35E − 06	6.30E − 09	2.61E − 06	2.33E − 06	4.35E − 07	2.61E − 07	5.49E − 06	2.52E − 06	5.90E − 09
Skin	3.55E − 06	3.55E − 06	3.56E − 06	3.55E − 06	9.77E − 09	3.91E − 06	3.53E − 06	6.57E − 07	3.65E − 07	8.21E − 06	3.81E − 06	9.00E − 09
Spinal cord	1.90E − 06	1.90E − 06	1.91E − 06	1.91E − 06	5.88E − 09	2.11E − 06	1.90E − 06	3.52E − 07	2.23E − 07	4.53E − 06	2.05E − 06	4.52E − 09
Spinal skeleton	1.89E − 06	1.89E − 06	1.90E − 06	1.89E − 06	7.73E − 09	2.10E − 06	1.88E − 06	3.50E − 07	3.12E − 07	4.27E − 06	2.03E − 06	5.26E − 09
Thalami	2.84E − 05	3.06E − 05	3.85E − 05	2.64E − 05	1.23E − 05	3.39E − 04	7.07E − 05	5.18E − 06	3.34E − 06	8.07E − 05	8.37E − 05	1.42E − 06
Thyroid	9.39E − 07	9.40E − 07	9.42E − 07	9.41E − 07	2.09E − 09	1.05E − 06	9.33E − 07	1.74E − 07	9.64E − 08	2.35E − 06	1.01E − 06	2.42E − 09
Trunk	1.68E − 08	1.68E − 08	1.69E − 08	1.69E − 08	3.10E − 11	1.91E − 08	1.67E − 08	3.18E − 09	1.20E − 09	5.87E − 08	1.86E − 08	4.07E − 11
White matter	1.21E − 04	1.46E − 04	2.02E − 04	8.93E − 05	1.66E − 04	7.25E − 04	3.20E − 04	3.54E − 05	4.20E − 05	2.05E − 04	3.44E − 04	6.23E − 05
	^{99m}Tc	^{122}I	^{123}I	^{124}I	^{125}I	^{130}I	^{131}I	^{132}I	^{133}Xe	^{197}Hg	^{201}Tl	^{203}Hg
Brain (total)	4.24E − 06	1.33E − 04	7.57E − 06	4.08E − 05	5.01E − 06	7.18E − 05	2.83E − 05	9.43E − 05	1.64E − 05	9.16E − 06	7.16E − 06	1.53E − 05
Caudate nuclei	3.72E − 06	8.58E − 05	6.67E − 06	3.47E − 05	4.19E − 06	6.03E − 05	1.19E − 05	7.00E − 05	2.81E − 06	2.79E − 06	3.47E − 06	6.93E − 06
Cerebellum	1.03E − 06	7.43E − 06	1.57E − 06	7.77E − 06	6.58E − 07	1.59E − 05	2.98E − 06	1.62E − 05	5.66E − 07	7.08E − 07	9.08E − 07	1.89E − 06
Cerebral cortex	1.77E − 06	3.20E − 05	3.01E − 06	1.57E − 05	1.68E − 06	2.88E − 05	5.52E − 06	3.21E − 05	1.18E − 06	1.27E − 06	1.60E − 06	3.31E − 06
Cranium	1.52E − 06	7.85E − 06	2.71E − 06	8.46E − 06	1.95E − 06	1.63E − 05	3.24E − 06	1.67E − 05	1.45E − 06	1.69E − 06	1.99E − 06	2.22E − 06
Eyes	6.55E − 07	5.20E − 06	8.36E − 07	5.48E − 06	9.54E − 08	1.14E − 05	2.08E − 06	1.17E − 05	2.02E − 07	3.34E − 07	4.58E − 07	1.28E − 06
Lentiform nuclei	3.20E − 06	6.43E − 05	5.68E − 06	2.88E − 05	3.50E − 06	5.15E − 05	1.00E − 05	5.82E − 05	2.36E − 06	2.40E − 06	2.99E − 06	5.95E − 06
Mandible	4.89E − 07	2.45E − 06	5.80E − 07	2.62E − 06	1.09E − 07	5.45E − 06	1.05E − 06	5.63E − 06	2.18E − 07	3.76E − 07	4.69E − 07	7.14E − 07
Other tissues	2.85E − 07	2.15E − 06	3.69E − 07	2.30E − 06	6.04E − 08	4.79E − 06	8.68E − 07	4.96E − 06	1.01E − 07	1.61E − 07	2.15E − 07	5.40E − 07
Skin	3.91E − 07	3.26E − 06	5.35E − 07	3.47E − 06	1.13E − 07	7.27E − 06	1.29E − 06	7.53E − 06	1.48E − 07	2.20E − 07	2.95E − 07	7.85E − 07
Spinal cord	2.50E − 07	1.75E − 06	3.08E − 07	1.87E − 06	3.51E − 08	3.88E − 06	7.11E − 07	4.02E − 06	7.67E − 08	1.25E − 07	1.72E − 07	4.48E − 07
Spinal skeleton	3.72E − 07	1.74E − 06	4.44E − 07	1.82E − 06	9.14E − 08	3.79E − 06	7.63E − 07	3.86E − 06	1.73E − 07	2.98E − 07	3.69E − 07	5.36E − 07
Thalami	3.31E − 06	6.25E − 05	5.80E − 06	2.90E − 05	3.50E − 06	5.28E − 05	1.02E − 05	5.90E − 05	2.38E − 06	2.46E − 06	3.07E − 06	6.12E − 06
Thyroid	1.04E − 07	8.61E − 07	1.28E − 07	9.36E − 07	5.18E − 09	1.95E − 06	3.41E − 07	2.04E − 06	2.65E − 08	4.90E − 08	6.85E − 08	2.07E − 07
Trunk	1.24E − 09	1.58E − 08	1.63E − 09	2.11E − 08	1.37E − 11	3.96E − 08	5.73E − 09	4.49E − 08	2.28E − 10	4.15E − 10	6.46E − 10	3.04E − 09
White matter	7.42E − 06	2.64E − 04	1.35E − 05	7.34E − 05	9.32E − 06	1.28E − 04	5.79E − 05	1.75E − 04	3.60E − 05	1.94E − 05	1.43E − 05	3.08E − 05

REFERENCES

1. London ED. *Imaging drug action in the brain*. Boca Raton, FL: CRC Press; 1993.
2. Saha GB, MacIntyre WJ, Go RT. Radiopharmaceuticals for brain imaging. *Semin Nucl Med* 1994;24:324–349.
3. Messa C, Fazio F, Costa DC, Ell PJ. Clinical brain radionuclide imaging studies. *Semin Nucl Med* 1995;25:111–143.
4. Ell PJ, Jarritt PH, Costa DC, Cullum ID, Lui D. Functional imaging of the brain. *Semin Nucl Med* 1987;17:214–229.
5. van Heertum RL, Tikofsky RS. *Cerebral SPECT imaging*, 2nd ed. New York: Raven Press; 1995.
6. Snyder WS, Ford MR, Warner GG, Fisher HL, Jr. *Estimates of absorbed fractions for monoenergetic photon sources uniformly distributed in various organs of a heterogeneous phantom*, MIRD Pamphlet No. 5. New York: Society of Nuclear Medicine; 1969.
7. Snyder WS, Ford MR, Warner GG. *Estimates of specific absorbed fractions for photon sources uniformly distributed in various organs of a heterogeneous phantom*, MIRD Pamphlet No. 5 Revised. New York: Society of Nuclear Medicine; 1978.
8. Cristy M. *Mathematical phantoms representing children of various ages for use in estimates of internal dose*, ORNL/NUREG/TM-367. Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory; 1980.
9. Cristy M, Eckerman KF. *Specific absorbed fractions of energy at various ages from internal photon sources*, ORNL/TM-8381/Volumes I–VII. Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory; 1987.
10. Matsuda H, Li YM, Higashi S, et al. Comparative SPECT study of stroke using Tc-99m ECD, I-123 IMP, and Tc-99m HMPAO. *Clin Nucl Med* 1993;18:754–758.
11. Isaka Y, Imaizumi M, Ashida K, et al. Quantitation of regional cerebral blood flow by single photon emission computed tomography of CBF-tracer combined with whole-brain CBF: a comparison between ^{123}I-IMP and ^{99m}Tc-HMPAO in healthy volunteers. *Kaku Igaku* 1994;31:423–429.
12. Devous MD Sr., Payne JK, Lowe JL, Leroy RF. Comparison of technetium-99m-ECD to xenon-133 SPECT in normal controls and in patients with mild to moderate regional cerebral blood flow abnormalities. *J Nucl Med* 1993;34:754–761.
13. Vallabhajosula S, Zimmerman RE, Picard M, et al. Technetium-99m ECD: a new brain imaging agent: in vivo kinetics and biodistribution studies in normal human subjects. *J Nucl Med* 1989;30:599–604.
14. Baldwin RM. Iofetamine HCl I-123 (IMP). In: Weber DA, Devous MD Sr., Tikofsky RS, Woodhead AD, Vivirito KJ, eds. *Brain SPECT perfusion imaging: image acquisition, processing, display, and interpretation*, CONF-9110368. Brookhaven National Laboratory, United States Department of Energy; 1992:1–7.
15. Steinling M, Mazingue A, Rousseaux M, et al. Computerized tomography of the distribution of N-isopropyl-p-123 iodoamphetamine in cerebrovascular pathology. Comparison with studies using the 133-xenon inhalation method. *Acta Neurol Belg* 1987;87:113–124.
16. Weber DA, Franceschi D, Ivanovic M, et al. SPECT and planar brain imaging in crack abuse: iodine-123-iodoamphetamine uptake and localization. *J Nucl Med* 1993;34:899–907.
17. Volkow ND, Mullani N, Gould LK, Adler SS, Gatley SJ. Sensitivity of measurements of regional brain activation with oxygen-15-water and PET to time of stimulation and period of image reconstruction. *J Nucl Med* 1991;32:58–61.
18. Mintun MA, Raichle ME, Martin WR, Herscovitch P. Brain oxygen utilization measured with O-15 radiotracers and positron emission tomography. *J Nucl Med* 1984;25:177–187.
19. Shishido F, Uemura K, Inugami A, Nagata K, Hirata Y. Measurement of cerebral cirulation and metabolism in patients with spinocerebellar degeneration using positron emission tomography and O-15 steady-state method. *Kaku Igaku* 1988;25:633–638.
20. Brihaye C, Depresseux JC, Comar D. Radiation dosimetry for bolus administration of oxygen-15-water. *J Nucl Med* 1995;36:651–656.
21. Smith T, Tong C, Lammertsma AA, et al. Dosimetry of intravenously administered oxygen-15 labelled water in man: a model based on experimental human data from 21 subjects. *Eur J Nucl Med* 1994;21:1126–1134.
22. Kearfott KJ. Absorbed dose estimates for positron emission tomography (PET): C^{15}O, ^{11}CO, and CO^{15}O. *J Nucl Med* 1982;23:1031–1037.
23. Narayan S, Hichwa RD, Boles Ponto LL, Ponto JA, Watkins GL. Dosimetry of [^{15}O] water: a physiologic approach. *Med Phys* 1996;23:159–168.
24. Tran Dinh YR, Ille O, Guichard JP, Haguenau M, Seylaz J. Cerebral postischemic hyperfusion assessed by xenon-133 SPECT. *J Nucl Med* 1997;38:602–607.
25. Kaplan WD, Takvorian T, Morris JH, Rumbaugh CL, Connolly BT, Atkins HL. Thallium-201 brain tumor imaging: a comparative study with pathologic correlation. *J Nucl Med* 1987;28:47–52.
26. Kim KT, Black KL, Marciano D, et al. Thallium-201 SPECT imaging of brain tumors: methods and results. *J Nucl Med* 1990;31:965–969.
27. Kline JL, Noto RB, Glantz M. Single-photon emission CT in the evaluation of recurrent brain tumor in patients treated with gamma knife radiosurgery or conventional radiation therapy. *Am J Neuroradiol* 1996;17:1681–1686.
28. Park CH, Sataloff R, Richard M, Zhang J, Kim SM. Tc-99m MIBI brain SPECT of cerebellopontine angle tumors. *Clin Nucl Med* 1996;21:375–378.
29. O'Tuama LA, Packard AB, Treves ST. SPECT imaging of pediatric brain tumor with hexakis (methoxyisobutylisonitrile) technetium (I). *J Nucl Med* 1990;31:2040–2041.
30. Barth A, Haldemann AR, Reubi JC, et al. Noninvasive differentiation of meningiomas from other brain tumours using combined 111-indium-octreotide/99m-technetium-DTPA brain scintigraphy. *Acta Neurochir* 1996;138:1179–1185.
31. Rollo FD, Cavalieri RR, Born M, Blei L, Chew M. Comparative evaluation of ^{99m}Tc GH, ^{99m}TcO4, and ^{99m}Tc DTPA as brain imaging agents. *Radiology* 1997;123:379–383.
32. Biersack HJ, Coenen HH, Stöcklin G, et al. Imaging of brain tumors with L-3-[123-I]iodo-alpha-methyl tyrosine and SPECT. *J Nucl Med* 1989;30:110–112.
33. Weber W, Bartenstein P, Gross MW, et al. Fluorine-18-FDG PET and iodine-123-IMT SPECT in the evaluation of brain tumors. *J Nucl Med* 1997;38:802–808.
34. Langen KJ, Roosen N, Coennen HH, et al. Brain and brain tumor uptake of L-3-[^{123}I]iodo-α-methyl tyrosine: competition with natural L-amino acids. *J Nucl Med* 1991;32:1225–1229.
35. Ogawa T, Inugami A, Hatazawa J, et al. Clinical positron emission tomography for brain tumors: comparison of fludeoxyglucose ^{18}F and L-methyl-^{11}C-methionine. *Am J Neuroradiol* 1996;17:345–353.
36. Oriuchi N, Tomiyoshi K, Inoue T, et al. Independent thallium-201 accumulation and fluorine-18-fluorodeoxyglucose metabolism in glioma. *J Nucl Med* 1996;37:457–462.
37. Schober O, Meyer GJ, Duden C, et al. Amino acid uptake in brain tumors using positron emission tomography as an indicator for evaluating metabolic activity and malignancy. *Fortschr Geb Rontenstr Nuklearmed* 1987;147:503–509.
38. Derlon JM, Bourdet C, Bustany P, et al. [^{11}C]L-methionine uptake in gliomas. *Neurosurgery* 1989;25:720–728.
39. Mulholland GK, Kilbourn MR, Sherman P, et al. Synthesis, in vivo biodistribution and dosimetry of [^{11}C]N-methylpiperidyl benzilate ([^{11}C]NMPB), a muscarine acetylcholine receptor anatagonist. *Nucl Med Biol* 1995;22:13–17.
40. Sparks RB, Dey HM, Seibyl JB, Innis RB, Stubbs JB. Radiation dose estimates for C-11 iomazenil, a benzodiazepine receptor radioligand. *J Nucl Med* 1994;35:159P.
41. Mozley PD, Stubbs JB, Kim HJ, et al. Dosimetry of a D2/D3 dopamine receptor anatagonist that can be used with PET or SPECT. *J Nucl Med* 1995;36:1322–1331.
42. Seibyl J, Wallace E, Smith EO, et al. Whole body biodistribution, radiation absorbed dose, and brain SPECT imaging with iodine-123-β-CIT in healthy human subjects. *J Nucl Med* 1994;35:764–770.
43. Kuikka JT, Akerman KK, Hiltunen J, et al. Striatal and extrastriatal imaging of dopamine D2 receptors in the living human brain with [^{123}I]epidepride single-photon emission tomography. *Eur J Nucl Med* 1997;24:483–487.
44. Mozley PD, Stubbs JB, Kung HF, Selikson MH, Stabin MG, Alavi A. Biodistribution and dosimetry of iodine-123 IBF: a potent radioligand for imaging the D2 dopamine receptor. *J Nucl Med* 1993;34:1910–1917.
45. Mozley PD, Zhu X, Kung HF, et al. The dosimetry of iodine-123 TISCH: a SPECT agent for the D1 dopamine receptor. *J Nucl Med* 1993;34:208–213.
46. Nishizama S, Tanada S, Yonekura Y, et al. Regional dynamics of N-isopropyl-p-[123I]iodoamphetamine in human brain. *J Nucl Med* 1989;30:150–156.
47. van Dyck CH, Seibyl JP, Stubbs JB, et al. Human biodistribution and dosimetry of the SPECT D2 dopamine receptor radioligand [^{123}I]IBF. *Nucl Med Biol* 1996;23:9–16.
48. Votaw JR, Ansari MS, Mason NS, et al. Dosimetry of iodine-123-epidepride: a dopamine D2 receptor ligand. *J Nucl Med* 1995;36:1316–1321.
49. Verhoeff NP, Sokole EB, Stabin M, et al. Dosimetry of iodine-123 iodobenzamide in healthy volunteers. *Eur J Nucl Med* 1993;20:747–752.
50. Verhoeff NP, Busemann Sokole E, Hengst D, Stubbs JB, van Royen EA. Dosimetry of iodine-123 iomazenil in humans. *Eur J Nucl Med* 1993;20:580–584.
51. Bouchet LG, Bolch WE, Weber DA, Atkins HL, Poston JW. A revised dosimetric model of the adult head and brain. *J Nucl Med* 1996;37:1226–1236.
52. Schnitzlein HN, Murtagh FR. *Imaging anatomy of the head and spine: a photographic color atlas of MRI, CT, gross, and microscopic anatomy in axial, coronal, and sagittal planes*, 2nd ed. Baltimore: Urban & Schwarzenberg; 1990.
53. ICRP. *Report on the task group on reference man*, ICRP Publication 23. Oxford, England: International Commission on Radiological Protection; 1975.
54. Hwang JML, Shoup RL, Warner GG, Poston JW. *Mathematical description of a one- and five-year-old child for use in dosimetry calculations*, ORNL/TM-5293. Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory; 1976.
55. Jones RM, Poston JW, Hwang JL, Jones TD, Warner GG. *The development and use of a fifteen-year-old equivalent mathematical phantom for internal dose calculations*, ORNL/TM-5278. Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory; 1976.
56. Hwang JML, Shoup RL, Poston JW. *Mathematical description of a newborn human for use in dosimetry calculations*, ORNL/TM-5453. Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory; 1976.
57. Hwang JML, Shoup RL, Poston JW. *Modifications and additions to the pediatric and adult mathematical phantoms*. ORNL/TM-5454. Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory; 1976.
58. Beck TJ, Rosenstein M. *Quantification of current practice in pediatric roentgenography for organ dose calculations*, FDA Report No. 79-8078. Washington, DC: Food and Drug Administration; 1979.
59. Rosenstein M, Beck TJ, Warner GG. *Handbook of selected organ doses for projections common in pediatric radiology*. FDA Report No. 79-8079. Washington, DC: Food and Drug Administration; 1979.
60. Chen WL, Poston JW, Warner GG. *An evaluation of the distribution of absorbed dose in child phantoms exposed to diagnostic medical x-rays*, ORNL/TM-5933. Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory; 1978.
61. Eckerman KF, Cristy M, Warner GG. Dosimetric evaluation of brain scanning agents. In: Watson EE, Schlafke-Stelson AT, Coffey JL, Cloutier RJ, eds. *Proceedings of the third international radiopharmaceutical dosimetry symposium*, HHS Publication FDA 81-8166. Oak Ridge, TN: Oak Ridge Associated Universities; 1980:527–540.
62. Bouchet LG. *A new head and brain dosimetry model* [Masters' Thesis]. College Station, TX: Texas A&M University; 1995.
63. Johansson L, Nosslin B. Dosimetry of intrathecally administered radiopharmaceuticals. In: Watson EE, Schlafke-Stelson AT, eds. *Proceedings of the fifth international radiopharmaceutical dosimetry symposium*, CONF-910529. Oak Ridge, TN: Oak Ridge Associated Universities; 1991:188–201.
64. Blinkov SM, Glezer II. *The human brain in figures and tables*. New York: Plenum Press; 1968.
65. Tompsett DH, Last RJ. Casts of the cerebral ventricles. *Br J Surg* 1953;40:525–543.
66. Harman PJ, Carpenter MV. Volumetric comparisons of the basal ganglia of various primates including man. *J Comp Neurol* 1950;93:125–139.
67. Nelson WR, Hirayama RH, Roger DWO. *The EGS4 code system*, SLAC-265. Palo Alto, CA: Stanford Linear Accelerator Center; 1985.
68. Jenkins TM, Nelson WM, Rindi A. *Monte Carlo transport of electrons and photons*, International Science Series 38. New York: Plenum Press; 1988.
69. Eckerman KF, Westfall RJ, Ryman JC, Cristy M. Availability of nuclear decay data in

electronic form, including beta spectra not previously published. *Health Phys* 1994; 67:338–345.
70. Eckerman KF, Westfall RJ, Ryman JC, Cristy M. *Nuclear decay data files of the dosimetry research group*, ORNL/TM-12350. Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory; 1993.
71. Mozley PD, Kim H-J, Gur RC, et al. Iodine-123-IPT SPECT imaging of CNS dopamine transporters: nonlinear effects of normal aging on striatal uptake values. *J Nucl Med* 1996;37:1965–1970.
72. Mozley PD, Stubbs JB, Kim H-J, et al. Dosimetry of an iodine-123-labeled tropane to image dopamine transporters. *J Nucl Med* 1996;37:151–159.
73. Snyder WS, Ford MR, Warner GG, Watson SB. *"S," absorbed dose per unit cumulated activity for selected radionuclides and organs*. MIRD Pamphlet No. 11. New York: Society of Nuclear Medicine; 1975.
74. Stabin MG. MIRDOSE: personal computer software for internal dose assessment in nuclear medicine. *J Nucl Med* 1996;37:538–546.
75. Howell RW, Loevinger R. The MIRD perspective. *J Nucl Med* 1999;40:35–105.
76. Eckerman KF. Aspects of the dosimetry of radionuclides within the skeleton with particular emphasis on the active marrow. In: Schlafke-Stelson AT, Watson EE, eds. *Proceedings of the fourth international radiopharmaceutical dosimetry symposium*, CONF-85113. Oak Ridge, TN: Oak Ridge Associated Universities, 1985:514–534.
77. O'Tuama LA, Bjornson B, Chugani H, Treves ST. Brain. In: Treves ST, eds. *Pediatric nuclear medicine*, 2nd ed. New York: Springer-Verlag; 1995:88–108.