

Zeitschrift:	Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz = Radioactivité de l'environnement et doses de rayonnements en Suisse = Radioattività dell'ambiente e dosi d'irradiazione in Svizzera
Herausgeber:	Bundesamt für Gesundheit, Abteilung Strahlenschutz
Band:	- (2010)
Rubrik:	Radioaktivität im Menschen = Radioactivité dans le corps humain

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz

Radioactivité de l'environnement et doses de rayonnements en Suisse

Ergebnisse 2010 Résultats 2010



6

Radioaktivität im Menschen

Radioactivité dans le corps humain

6.1 Ergebnisse der Ganzkörpermessungen von 2010	85
Zusammenfassung	85
Ziel der Messungen	85
Messmethode	85
Ergebnisse und Interpretation der ^{137}Cs -Messungen	86
$^{40}\text{Kalium}$ -Gehalt des Körpers	86
6.2 Mesure de ^{90}Sr dans les vertèbres et les dents de lait	87
Résumé	87
Introduction	87
Conclusions	88



6.1

Ergebnisse der Ganzkörpermessungen von 2010

S. Estier

Sektion Umweltradioaktivität, URA BAG, 3003 Bern

M. Boschung

Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit, PSI, 5232 Villigen-PSI

Mme. S. Namy, et K. Jeandet

Abteilung Nuklearmedizin des Kantonsspitals, Av. Micheli-du-Crest 24, 1211 Genf-4

Zusammenfassung

Ganzkörpermessungen zur Bestimmung des Radioaktivitätsgehaltes im menschlichen Körper werden regelmässig an Mitarbeitern des Paul-Scherrer-Institutes (PSI) in Villigen sowie an Gymnasiasten aus Genf durchgeführt. Während die ^{137}Cs -Messresultate aus Genf durchwegs unter der Nachweisgrenze (ca. 60 Bq) lagen, meldete das PSI 11 Messwerte zwischen 60 und 250 Bq.

Ziel der Messungen

Im PSI werden Ganzkörpermessungen zur Überwachung der beruflich strahlenexponierten Personen dieses Institutes eingesetzt, von denen viele im Kanton Aargau wohnen. Bei Ereignissen mit Verdacht auf Inkorporation radioaktiver Stoffe können auch Personen der Bevölkerung gemessen werden. Bei den Messungen aus Genf handelt es sich um Gymnasiastinnen und Gymnasiasten.

Messmethode

Ganzkörpermessungen am Kantonsspital Genf werden mit grossvolumigen NaI-Kristallen in speziell abgeschirmten Messkammern mit Blei- und Eisenabschirmung durchgeführt. Die Messung einer Person dauert in der Regel etwa zehn bis 30 Minuten. Die Kalibrierung erfolgt mittels eines Personenphantoms bekannter Aktivität.

Für die Ganzkörpermessungen wird am PSI ein Reinstgermanium-Detektor in einer speziell abgeschirmten Messkammer (mit Blei- und Eisenabschirmung) eingesetzt. Die Messung einer Person dauert in der Regel etwa 7 Minuten für die routinemässigen Überwachungsmessungen am PSI. Die Kalibrierung erfolgt mittels eines personenähnlichen Phantoms bekannter Aktivität.

Ergebnisse und Interpretation der ^{137}Cs -Messungen

Im Rahmen der Inkorporationsüberwachung der beruflich strahlenexponierten Personen wurden 2010 am PSI in Villigen bei 263 Personen total 420 Ganzkörpermessungen durchgeführt. Bei zwei Messungen wurde ein ^{137}Cs -Ganzkörperaktivität zwischen 150 und 250 Bq nachgewiesen. Vermutlich sind diese Werte auf den Verzehr von Wildpilzen zurückzuführen. Bei 9 Messungen wurde eine ^{137}Cs -Ganzkörperaktivität zwischen 60 und 150 Bq gemessen. Die ^{137}Cs -Messwerte für alle anderen Messungen lagen unterhalb der Nachweisgrenze von 60 Bq.

Die ^{137}Cs -Messwerte an 8 Gymnasiastinnen und 22 Gymnasiasten aus Genf (17-19-jährige) ergaben durchwegs Werte unter der Nachweisgrenze von 50 bis 80 Bq. Die Ganzkörpermessungen am Kantonsspital Basel wurden 2005 eingestellt.

^{40}K -Gehalt des Körpers

Da ^{40}K ein Gamma-Strahler ist, kann es bei der Ganzkörpermessung ohne zusätzlichen Aufwand mitgemessen werden.

Das in der Natur vorkommende Kalium besteht zu 0.01167% aus dem radioaktiven Isotop ^{40}K . Kalium befindet sich vor allem im Muskelgewebe und damit ist der Kalium-Gehalt proportional zur Muskelmasse. Da bei Männern der Anteil Muskelgewebe am Gesamtkörpergewicht grösser ist als bei Frauen, haben die Männer sowohl einen höheren Kalium-Gehalt als Frauen. Der durchschnittliche ^{40}K -Gehalt beträgt bei 20 - 30-jährigen Männern ca. 4'500 Bq und bei gleichaltrigen Frauen ca. 3'000 Bq und nimmt danach bis zum Alter von 70 Jahre um etwa 10 bis 20 Prozent ab.

Aus den langjährigen Ganzkörpermessungen an Gymnasiasten aus Genf kann die Häufigkeitsverteilung des Kalium-Gehaltes bestimmt werden. Im Durchschnitt ergibt sich bei den untersuchten Gymnasiasten bei den jungen Frauen ein Mittel von 1.9 g Kalium (20 - 80%-Perzentile: 1.7 - 2.05 g K) pro kg Körpergewicht (entsprechend 3'300 Bq) und bei den jungen Männer 2.3 g K (20 - 80%-Perzentile: 2.15 - 2.5 g K) pro kg Körpergewicht (entsprechend 4'900 Bq).

Die tägliche Kaliumzufuhr beträgt etwa 3.3 g d.h. rund 100 Bq ^{40}K . Die durchschnittliche Jahresdosis durch das natürliche ^{40}K beträgt bei den untersuchten Gymnasiasten etwa 0.19 mSv (0.17 bei den Frauen und 0.22 bei den Männern). Gemittelt über alle Altersgruppen liegt der Wert infolge Abnahme des K-Gehaltes mit dem Alter etwas tiefer, gemäss UNSCEAR: 0.17 mSv/Jahr. Da bei diesen Messreihen auch Grösse und Gewicht der untersuchten Personen erfasst wurden, konnte aus den Daten abgeleitet werden, dass der Kalium-Gehalt mit zunehmendem Body-Mass-Index (BMI = Gewicht/Grösse² [kg/m²]) leicht abnimmt. Das hängt damit zusammen, dass der BMI proportional zum Anteil Fettgewebe ist und damit umgekehrt proportional zur Muskelmasse und somit zum Kalium-Gehalt.

6.2

Mesure de ^{90}Sr dans les vertèbres et les dents de lait

P. Froidevaux, J. Corcho, F. Barraud, A. Savary, F. Bochud

Institut de radiophysique, Grand Pré 1, 1007 Lausanne

Résumé

Nous avons mesuré le ^{90}Sr dans des échantillons de dents de lait d'enfants nés entre 1993 et 2001 et prélevées entre 2007 et 2010. Les activités sont situées entre 0.018 et 0.042 Bq/g Ca. Des mesures similaires ont été effectuées sur des vertèbres de personnes décédées en 2010. Les activités sont situées entre 0.010 et 0.055 Bq/g Ca. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus les années précédentes et montrent que la chaîne alimentaire n'est contaminée en ^{90}Sr que par les résidus d'activité provenant des essais nucléaires des années soixante. On observe aussi que le rapport $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$ dans le corps humain est proche de celui trouvé dans le lait. Nous avons également déterminé le ^{90}Sr dans un lait maternel (région de Lausanne) dont l'activité s'est révélée inférieure à 10 mBq/g Ca. Grâce à la série temporelle de mesures à long terme de ^{90}Sr dans les vertèbres humaines et dans les dents de lait, nous avons pu déterminer le temps de rétention de ce radioélément dans la population Suisse suite aux essais nucléaires des années soixante: il est de 12 ± 1.5 ans dans les dents de lait et de 13.5 ± 1.0 ans dans les vertèbres.

Introduction

Le ^{90}Sr est un radioélément parmi les plus radio-toxiques que produit la fission nucléaire. Il est présent dans l'environnement en Suisse à la suite des retombées des essais nucléaires atmosphériques des années 1955 - 1963. Le ^{90}Sr a une période physique de 29.1 ans et constitue donc un danger potentiel d'irradiation à long terme, notamment s'il est accumulé dans le corps humain. Le ^{90}Sr est un analogue chimique du calcium et peut ainsi être incorporé dans les os. Un paramètre très important pour évaluer la dose reçue par la population suite à l'ingestion de ^{90}Sr est le temps de rétention du radioisotope dans le corps humain. Ce temps comprend une composante physique (temps de demi-vie de l'élément) et une composante biologique, liée au métabolisme. Pour le ^{90}Sr , présent à presque 100% dans le squelette, il s'agit principalement de la vitesse de remodelage de l'os¹. Pour un os spongieux comme la vertèbre, analysée dans ce travail, la vitesse de remodelage est plus rapide que pour des os compacts (os longs comme le fémur ou le tibia).

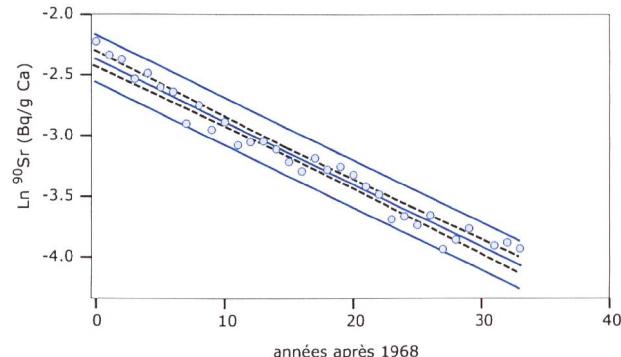


Figure 1:
Temps de rétention du ^{90}Sr déterminé dans les vertèbres. Les lignes pointillées représentent l'intervalle de confiance à 95% sur la régression. Les lignes solides externes représentent l'intervalle de prédiction (tiré de Froidevaux et al. 2010).

¹ Froidevaux et al. Chemosphere 2010, 80, 519-524

Dans ce rapport, nous avons analysés des vertèbres et des dents de lait prélevées en Suisse en 2010 (2007 - 2010 pour les dents de lait). Comme il s'agit de mesures à long terme réalisées depuis le début des essais nucléaires atmosphérique, nous avons pu déterminer temps de rétention du ^{90}Sr dans ces deux compartiments du corps humain.

Résultats et discussion

Les résultats des analyses sont présentés dans les tableaux 1 et 2. Les activités normalisées au contenu en calcium de l'échantillon sont de l'ordre de 0.030 Bq/gCa, soit très similaires à celles obtenues les années précédentes. Il n'y a donc pas de contamination de l'environnement supplémentaire à celle des essais nucléaires par ce radioélément. La présence de ^{90}Sr dans les dents de lait des enfants est due au passage de ce radioélément du plasma sanguin de la mère (après ingestion de nourriture contaminée) à travers le placenta durant les derniers mois de la grossesse ainsi qu'à la contamination du lait maternel lors des premiers mois d'allaitement. Nous avons mesuré un lait maternel provenant de la région lausannoise; l'activité se situait au-dessous des limites de détection, soit inférieure à 10 mBq/l pour 400 ml de lait analysé.

La Figure 1 est une représentation logarithmique des activités moyennes déterminées dans les vertèbres depuis 1968. La relation linéaire entre le logarithme des activités et les années après la déposition radioactive permet le calcul du temps de rétention du ^{90}Sr dans les vertèbres. Celui-ci est de 13.5 ± 1.0 ans.

Tableau 1:

^{90}Sr (Bq/g Ca) dans les dents de lait d'enfants nés en Suisse entre 1993 et 2001. Les dents de lait sont groupées pour former un échantillon d'au moins 4 g de cendre après calcination (environ 10 dents). Incertitudes pour $u(95\%)$.

Lieu de naissance	Année de naissance	Année d'extraction	^{90}Sr (Bq/g Ca)
Zürich	1996-1998	2007-2009	0.020 ± 0.006
Tessin	1996-1998	2007-2009	0.032 ± 0.006
Tessin	1997	2009-2010	0.022 ± 0.003
Vaud	2001	2010	0.032 ± 0.006
Vaud	1997	2009-2010	0.042 ± 0.008
Vaud	1996	2008-2010	0.020 ± 0.003
Vaud	1995	2008-2010	0.018 ± 0.003
Vaud	1999	2009-2010	0.025 ± 0.004
Vaud	2000	2010	0.019 ± 0.004
Vaud	1993	2009-2010	0.025 ± 0.004

Conclusions

Les activités mesurées en 2010 dans les dents de lait et les vertèbres sont très basses et s'approchent des limites de détection de la méthode qui utilise 5 g de cendres pour les deux types d'échantillons. Malheureusement le faible taux de réponse à la collecte annuelle de dents de lait n'autorise pas à augmenter ces quantités. La figure 1 montre qu'il n'y a pas eu de contamination en ^{90}Sr postérieure à celle des retombées des essais nucléaires atmosphériques des années soixante et la mesure d'un lait maternel a montré une contamination inférieure à la limite de détection de 10 mBq/gCa. Le temps de rétention du ^{90}Sr dans les vertèbres humaines est de 13.5 ans et est similaire à celui d'autres compartiments de l'environnement (voir chapitre 4.3). Ainsi le squelette humain restera contaminé aussi longtemps que persistera la contamination environnementale, principalement celle des premiers centimètres de sol.

Remerciements

Nous remercions les médecins-dentistes ayant participé à la collecte des dents de lait et les instituts de pathologie de Lausanne et Locarno pour la collecte des vertèbres.

Tableau 2:

^{90}Sr (Bq/g Ca) dans les vertèbres de personnes décédées en Suisse en 2010. Incertitudes pour $u(95\%)$.

Année de décès	Lieu de décès	^{90}Sr (Bq/g Ca)
2010	Vaud	0.013 ± 0.003
2010	Vaud	0.023 ± 0.004
2010	Vaud	0.015 ± 0.003
2010	Vaud	0.012 ± 0.003
2010	Vaud	0.010 ± 0.003
2010	Vaud	0.055 ± 0.010
2010	Vaud	0.031 ± 0.004
2010	Tessin	0.049 ± 0.010
2010	Tessin	0.016 ± 0.003
2010	Tessin	0.014 ± 0.003
2010	Tessin	< 0.010
2010	Tessin	0.030 ± 0.005
2010	mélange Tessin	0.017 ± 0.004
Moyenne 2010 (n=12)		0.024 ± 0.014