

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: - (2011)

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: 16.02.2026

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 2011
Résultats 2011



6

Radioaktivität im Menschen

Radioactivité dans le corps humain

6.1 Ergebnisse der Ganzkörpermessungen von 2011	101
Zusammenfassung	101
Ziel der Messungen	101
Messmethode	101
Ergebnisse und Interpretation der ^{137}Cs -Messungen	102
^{40}K -Gehalt des Körpers	102
6.2 Mesure de ^{90}Sr dans les vertèbres et les dents de lait	103
Résumé	103
Introduction	103
Résultats et discussion	104
Conclusions	105



6.1

Ergebnisse der Ganzkörpermessungen von 2011

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. 50 Bq) lagen, meldete das PSI 9 Messwerte zwischen 60 und 300 Bq. 2011 wurden auch Kontrollen an Personen nach ihrer Rückkehr von Japan durchgeführt. Bei keiner Messung wurde eine Cs-Aktivität im Körper nachgewiesen.

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 Personen-Phantoms 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 ebenfalls mittels eines personenähnlichen Phantoms bekannter Aktivität.

Ergebnisse und Interpretation der ^{137}Cs -Messungen

Im Rahmen der Inkorporationsüberwachung der beruflich strahlenexponierten Personen wurden 2011 am PSI in Villigen bei 269 Personen total 485 Ganzkörpermessungen durchgeführt. Bei zwei Messungen wurde eine ^{137}Cs -Ganzkörperaktivität zwischen 150 und 300 Bq nachgewiesen. Bei 7 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 6 Gymnasiastinnen und 9 Gymnasiasten aus Genf (16-19 Jährige) ergaben durchwegs Werte unter der Nachweisgrenze von 40 bis 50 Bq.

Kontrolle an Personen nach ihrer Rückkehr aus Japan

Das Schweizerische Korps für humanitäre Hilfe (SKH) hat im Anschluss an das schwere Erdbeben Angehörige für einen zeitlich beschränkten Einsatz nach Japan geschickt. Alle Helfer, welche für eine längere Zeit in Japan waren, wurden nach der Rückkehr entweder mittels Triagemessung am Flughafen Zürich oder mit einer Messung im Ganzkörperzähler am PSI ausgemessen. Bei keiner Messung wurde eine Cs-Aktivität im Körper nachgewiesen. Vereinzelt haben sich auch Personen aus der Bevölkerung für eine Ganzkörpermessung interessiert. In keinem Fall konnte eine Cs-Aktivität im Körper nachgewiesen werden.

^{40}K -Kalium-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 Männer 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 Jahren um etwa 10 bis 20 Prozent ab.

Aus den langjährigen Ganzkörpermessungen an Gymnasiasten aus Genf und Basel kann die Häufigkeitsverteilung des Kalium-Gehaltes bestimmt werden. Im Durchschnitt ergibt sich bei den untersuchten Gymnasiasten bei den jungen Frauen ein Mittel von 1.85 g Kalium (20 - 80%-Perzentile: 1.7 - 2.05 gK) pro kg Körpergewicht (entsprechend 3'300 Bq pro Person) und bei den jungen Männer 2.3 gK (20 - 80%-Perzentile: 2.1 - 2.5 gK) pro kg Körpergewicht (entsprechend 4'900 Bq pro Person).

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 0.21 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 ($\text{BMI} = \text{Gewicht} / \text{Grösse}^2 [\text{kg}/\text{m}^2]$) 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, K. Garcia-Diz, 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 1996 et 2005 et prélevées entre 2010 et 2011. Les activités sont situées entre 0.015 et 0.045 Bq/g Ca. Des mesures similaires ont été effectuées sur des vertèbres de personnes décédées en 2010 et 2011. Les activités sont situées entre 0.013 et 0.044 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 $^{90}\text{Sr}/\text{g Ca}$ dans le corps humain est proche de celui trouvé dans le lait. En 2010 et 2011, nous avons fait quelques mesures de ^{210}Po dans ces mêmes échantillons afin de voir l'impact de la contamination de la nourriture par le $^{210}\text{Pb}/^{210}\text{Po}$. Les activités sont situées entre 0.008 et 0.094 Bq/g Ca. Un échantillon présentait une activité de 0.239 Bq/g Ca et provenait probablement d'une personne tabagique.

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 (période ou 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'os. 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). Dans un travail précédent, nous avons démontré que le temps de rétention du ^{90}Sr dans la vertèbre était de 13.5 ans et suivait le temps de rétention du ^{90}Sr dans tous les autres compartiments de l'environnement (Froidevaux et al. 2010).

En 2010 et 2011, nous avons également mesuré le ^{210}Po dans des vertèbres provenant du Tessin, afin de déterminer l'impact d'une zone à forte concentration de ^{222}Rn sur l'inhalation de $^{210}\text{Pb}/^{210}\text{Po}$. L'os est en effet un compartiment cible pour le ^{210}Pb , précurseur du ^{210}Po (Leggett, 1993). L'incorporation par ingestion de nourriture riche en ^{210}Po (poissons, crustacés, fruits de mer) peut mener à un niveau de

^{210}Po accru dans les os. Le tabagisme accroît aussi de manière importante l'incorporation de ^{210}Po . Des valeurs de 15 - 20 mBq/l d'urine ne sont pas rares chez les fumeurs, alors que le taux normal chez des non fumeurs est inférieur à 5 mBq/l d'urine (Froidevaux and Baechler, 2006).

Dans ce rapport, nous avons analysés des vertèbres et des dents de lait prélevées en Suisse en 2010 et 2011.

Résultats et discussion

Les résultats des analyses sont présentés dans les Tableaux 1, 2 et 3. Les activités normalisées au contenu en calcium de l'échantillon sont de l'ordre de 0.030 Bq/g Ca dans les dents de lait et de 0.021 Bq/g Ca dans les os, soit très similaires à celles obtenues les années précédentes. Une valeur de contrôle de 0.074 Bq/g Ca pour un échantillon de vertèbre datant de 1980 a été mesurée, en conformité avec la valeur attendue pour cette année de décès. 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.

Tableau 1:

^{90}Sr (Bq/g Ca) dans les dents de lait d'enfants nés en Suisse entre 1996 et 2005. Les dents de lait sont groupées pour former un échantillon d'au moins 4 g de cendre après calcination (environ 10 dents). Incertitudes pour $u(95\%)$.

Année de naissance	Lieu de naissance	Année d'extraction	^{90}Sr (Bq/g Ca)
1996	Vaud	2010-2011	0.023±0.006
1998	Vaud	2010-2011	0.025±0.004
2000	Vaud	2010-2011	0.025±0.004
2001	Vaud	2010-2011	0.029±0.007
1999	Zürich	2009-2011	0.052±0.009
2000	Zürich	2009-2011	0.015±0.005
1997	Tessin	2010-2011	0.028±0.005
2003-2005	Berne	2010	0.045±0.010

Tableau 2:

^{90}Sr (Bq/g Ca) dans les vertèbres de personnes décédées en Suisse en 2010 et 2011 et mesurées en 2011. Incertitudes pour $u(95\%)$.

Lieu de décès	Année de décès	^{90}Sr (Bq/g Ca)
Vaud	2011	< 0.010
Vaud	2011	0.013 ± 0.004
Vaud	2011	0.032 ± 0.005
Vaud	2011	0.025 ± 0.003
Vaud	2011	0.013 ± 0.005
Tessin	2008	0.020 ± 0.002
Tessin	2010	0.017 ± 0.002
Tessin	2010	0.022 ± 0.002
Tessin	2010	0.023 ± 0.003
Tessin	2010	0.015 ± 0.002
Tessin, mélange	2011	0.013 ± 0.002
Tessin	2011	0.023 ± 0.003
Tessin	2011	0.023 ± 0.003
Tessin	2011	0.013 ± 0.002
Tessin	2011	0.017 ± 0.003
Tessin	2011	0.044 ± 0.004
Tessin	2011	0.038 ± 0.004
Mélange Suisse	1980	0.074 ± 0.007
Moyenne 2011 (n=18)		0.021 ± 0.009

Les activités en ^{210}Po mesurées dans les vertèbres sont beaucoup plus variables que celles de ^{90}Sr , car les niveaux d'activité dans l'air inhalé et dans la nourriture ingérée sont également plus variables, alors que les habitudes en matière de tabagisme ont également une importance fondamentale. Ainsi la valeur de 0.239 Bq/g Ca observé dans un échantillon provient très vraisemblablement d'un tabagisme important. Il faut également noter que le niveau d'activité en $^{210}\text{Pb}/^{210}\text{Po}$ est dépendant de l'âge. Le modèle dosimétrique indique en effet un triplement de l'activité en ^{210}Po dans l'os cortical entre 20 et 80 ans (Salmon et al. 1999). Des niveaux de l'ordre de 0.013 Bq/g Ca ont été observés dans la tête de fémur d'enfants (Lovaas and Hursh, 1968) alors que des activités situées entre 0.02 et 0.10 Bq/g Ca sont rapportées pour les os trabéculaires chez l'adulte. En excluant la valeur exceptionnelle de 0.239 Bq/g Ca, la moyenne est de 0.041 ± 0.025 mBq/g Ca, soit bien située dans cet intervalle.

Tableau 3:

^{210}Po (mBq/g Ca) dans les vertèbres de personnes décédées au Tessin en 2010 et 2011 et mesurées en 2011. Incertitudes pour $u(95\%)$.

Année de décès	Lieu de décès	^{210}Po (mBq/g Ca)
2008	Tessin	8.3 ± 0.2
2010	Tessin	28 ± 1
2010	Tessin	30 ± 1
2010	Tessin	24 ± 1
2010	Tessin	65 ± 3
2010	Tessin	28 ± 1
2010	Tessin	49 ± 1
2011	Tessin	94 ± 3
2011	Tessin	239 ± 5

Conclusions

Les activités en ^{90}Sr mesurées en 2011 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 et cette année nous n'avons pu procéder à la mesure que de 8 lots de dents de lait.

La mesure de ^{210}Po montre des activités assez variables (8 - 94 mBq/g Ca) mais dans l'intervalle de valeurs que l'on peut trouver dans d'autres études incluant des cas d'âge de décès différents (ici entre 44 et 82 ans). La valeur de 239 mBq/g Ca a été attribuée à un fort tabagisme, bien que nous n'ayons aucune information sur ce cas.

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.

Références

- Froidevaux et al. Retention half times in the skeleton of plutonium and ^{90}Sr from above-ground nuclear tests: A retrospective study of the Swiss population. *Chemosphere*, **2010**, 80, 519-524.
- Froidevaux and Beachler. Measurement and dosimetry of ^{210}Po . Rapport à l'OFSP. Institute for Radiation Physics. University Hospital Center. Lausanne **2006**.
- R.W.Leggett. An Age-Specific Kinetic-Model of Lead Metabolism in Humans, *Environ.Health Persp.* **1993**, 101, 598-616.
- P.L.Salmon et al. Dose ^{210}Po , a semi-empirical model for prediction of organ distribution and radiation doses from long-term exposure to Pb-210 and Po-210. *Rad.Prot.Dosim.* **1999**, 82,175-192.
- Lovaas, A.; Hursh, JB. Radium-226 and Pb-210 in human teeth and bone. *Health Phys.* **1968**,14, 540-555.

