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: - (2021)

Rubrik: Radioactivité dans le corps humain = Radioaktivität im Menschen

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: 27.11.2025

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



Radioactivité dans le corps humain

> Radioaktivität im Menschen

Vertèbres et dents de lait

Wirbelknochen und Milchzähne

2021

6.1

Mesures de 90Sr, 210Po et 226Ra dans les vertèbres et de 90Sr dans les dents de lait

R. Cusnir, P.-A. Pittet, P. Froidevaux, C. Pilloud, F. Barraud, A. Bonnin, M. Straub Institut de radiophysique, CHUV, Grand Pré 1, Lausanne

Résumé

La mesure de la radioactivité dans les vertèbres humaines et les dents de lait permet l'évaluation de l'atteinte à l'homme ainsi qu'une évaluation de la contamination de la chaine alimentaire. L'année 2021 a permis une reprise de la collecte des vertèbres dans les instituts de pathologie suite à une réduction d'échantillonnage due aux contaminations Covid-19. Nous avons pu analyser le 90Sr dans douze échantillons, le 210Po dans six échantillons et le ²²⁶Ra dans quatre échantillons, répartis équitablement entre Vaud et Tessin selon le plan de mesures de l'OFSP. Six analyses ont pu être réalisées sur les dents-de-lait, dont la collecte a atteint son terme.

Les activités en 90Sr dans les vertèbres et les dents de lait mesurées dans ce travail sont très basses, en constante diminution par rapport aux années précédentes et ne dépassent pas 11 mBq/g Ca dans ces deux types d'échantillons. Les activités en ²¹⁰Po sont situées entre 4.7 et 33.6 mBq/g Ca, soit des valeurs incluses dans l'intervalle des valeurs de notre base de données des mesures effectuées à l'IRA depuis 2006 sur des prélèvements de vertèbres dans les instituts de pathologie de Lausanne et Locarno (moyenne à 28.1 mBq/g Ca). Les activités en ²²⁶Ra sont situées entre 3.6 et 6.1 mBq/g Ca et sont dans la gamme des valeurs obtenues les années précédentes (moyenne à 1.99 mBq/g Ca). Il est important d'extraire un maximum de données de ces échantillons humains, par ailleurs difficiles à collecter, afin de construire des bases de données utiles en modélisation dosimétrique.

Introduction

Le ⁹⁰Sr est un radionucléide produit lors de la fission de l'uranium et il est ainsi un indicateur de la fission nucléaire. La mesure du 90Sr dans différents compartiments de l'environnement, de la chaine alimentaire et de l'homme permets d'estimer le transfert de ce radionucléide issu d'explosions d'armes nucléaires ou d'accidents radiologiques, ainsi que d'estimer la dose de radioactivité reçue par l'être humain. L'IRA, sur mandat de l'OFSP mesure depuis les années soixante le 90Sr dans les vertèbres humaines prélevées lors d'autopsies. Ces mesures permettent l'évaluation de la contamination de la chaine alimentaire par ce radioélément car, de par sa nature chimique similaire au calcium, il se transfère rapidement du sol à l'herbe, de l'herbe au lait et ainsi jusqu'à l'homme, dans lequel il cible la masse osseuse. Depuis une dizaine d'années, nous mesurons également le ²¹⁰Po, un produit issu de la chaine de désintégration de ²³⁸U, élément radioactif présent naturellement dans le sol et dans les roches. La mesure de ²¹⁰Po dans les vertèbres permet l'évaluation de l'incorporation de ²¹⁰Pb, dont le métabolisme suit celui du calcium [1]. Le couple ²¹⁰Pb/²¹⁰Po est incorporé dans l'organisme humain par inhalation des produits de filiation du gaz ²²²Rn présent dans l'air. L'inhalation de fumées du tabac peut par ailleurs apporter une contribution supplémentaire non négligeable. Une proportion importante de 210 Pb/210 Po est également incorporée par ingestion de nourriture, spécialement les fruits de mer.

La mesure de ²²⁶Ra dans les os humains est réalisée dans le but de déterminer une valeur de référence pour la population suisse. Ce travail est effectué notamment en regard des contaminations potentielles liées aux héritages radiologiques de l'industrie horlogère. Comme le 90Sr, le ²²⁶Ra, qui est un élément alcalino-terreux similaire au

calcium, se dépose également dans la masse osseuse, suivant les chemins métaboliques du calcium. Le but de ces mesures est d'obtenir une base de données de valeurs de ²²⁶Ra dans les os humains pour la population suisse non exposée professionnellement à ce radioélément.

L'année 2021 a permis une reprise des activités de collecte d'échantillons de vertèbres dans les instituts de pathologie du Tessin et de Lausanne, malgré la pandémie du Covid-19, toujours d'actualité. Nous avons donc déterminé l'activité en 90Sr, qui nécessite au moins 10 g de cendres d'os, dans six cas prélevés au Tessin et six cas prélevés dans le canton de Vaud courant 2021. Nous avons également mesuré le 210Po dans six échantillons et le 226Ra dans quatre échantillons. Dans ce rapport, nous rapportons également la mesure en 90Sr des dents de lait d'une personne née en 1973 et ayant vécu son enfance dans le canton de Neuchâtel.

Méthodes

Les méthodes d'analyses du ⁹⁰Sr et du ²¹⁰Po peuvent être trouvées dans les références [2] et [3]. La méthode d'analyse du ²²⁶Ra est décrite en détail dans la référence [4]. Les concentrations en ⁹⁰Sr, ²¹⁰Po et ²²⁶Ra déterminées dans les os sont rapportées en mBq de radionucléide par g Ca de façon à prendre en compte les variations de la densité osseuse en fonction de la constitution de chaque individu.

Tableau 1: ⁹⁰Sr, ²¹⁰Po et ²²⁶Ra (mBq/g Ca) dans les vertèbres de personnes décédées en Suisse en 2021. Incertitudes pour u (95%).

Lieu décès	⁹⁰ Sr (mBq/g Ca)	²¹⁰ Po (mBq/g Ca)	²²⁶ Ra (mBq/g Ca)
Tessin	10.7 ± 2.7	25.2 ± 2.0	
	4.8 ± 1.4		
	4.5 ± 1.8		
	7.2 ± 1.9	6.6 ± 0.6	0.8 ± 0.4
	6.3 ± 1.8		0.5 ± 0.2
		33.6 ± 2.5	
Vaud	2.7 ± 0.7	4.7 ± 0.4	9
	4.6 ± 1.3	7.9 ± 0.7	0.5 ± 0.2
	4.4 ± 1.2		
	6.9 ± 1.8		
	9.0 ± 2.3		
	6.6 ± 1.8	20.2 ± 1.6	0.4 ± 0.2
	6.3 ± 2.2 (n=12)		

Résultats et discussion

Les analyses de ⁹⁰Sr dans les vertèbres humaines n'ont pas montré de valeurs anormales (Tableau 1), et l'activité en ⁹⁰Sr continue de décroitre avec une période biologique d'environ 13 ans, depuis la fin des essais d'armes nucléaires dans l'atmosphère des années soixante [5, 6]. En 2021, l'activité moyenne en ⁹⁰Sr des vertèbres humaines en Suisse était de 6.3 ± 2.2 mBq/g Ca. Ces faibles valeurs se traduisent par une incertitude souvent supérieure à 30% dans la mesure de ⁹⁰Sr. Ce résultat indique qu'il n'y a pas eu d'apport supplémentaire significatif de ce radionucléide dans l'environnement en Suisse depuis ces événements, même si l'accident nucléaire de Tchernobyl en 1986 a temporairement légèrement augmenté ces valeurs en Suisse [6, 7].

Depuis 2006 nous analysons régulièrement l'activité en ²¹⁰Po des vertèbres humaines. Notre base de données contient actuellement 84 cas, pour une moyenne à 28.1 mBq/g Ca et un écart-type à 21.4 mBq/g Ca. La valeur minimale est à 5.95 mBq/g Ca et la valeur maximale à 101.6 mBq/g Ca. L'incorporation de ²¹⁰Pb/²¹⁰Po est variable selon les personnes et dépend de plusieurs facteurs, dont les habitudes en matière de tabagisme et d'alimentation, ainsi que l'exposition au ²²²Rn. Dans le métabolisme humain, c'est le plomb qui cible préférentiellement la masse osseuse [1]. On peut donc faire l'hypothèse que ²¹⁰Pb et ²¹⁰Po sont à l'équilibre radioactif dans ce compartiment du modèle biocinétique du polonium. Cette donnée nous sera d'importance pour la modélisation de l'incorporation de 210Pb et 210Po

Tableau 2:

⁹⁰Sr (mBq/g Ca) dans les dents de lait d'enfants nés en Suisse en 1973 et entre 2005 et 2014, mesurées en 2021. Les dents de lait sont groupées pour former un échantillon d'au moins 5g de cendre après calcination (environ 10 dents). Incertitudes pour u (95%).

Naiss	⁹⁰ Sr	
Année	Lieu	(mBq/g Ca)
1973 a)	Neuchâtel	67.8 ± 18.5
2006- 2008 b)	Vaud	7.5 ± 4.0
2008- 2009 b)	Zürich	8.7 ± 2.6
2011- 2014 b)	Zürich	8.9 ± 3.3
2005- 2008 b)	Zürich	8.2 ± 3.5
2005- 2008 b)	Vaud	7.2 ± 3.6

a) Dents extraites pendant l'enfance d'une seule personne, née en 1973.

b) Mélange de dents extraites pour plusieurs enfants.

par inhalation des produits de combustion du tabac contenant ces deux radioéléments, dans le cadre d'un projet réalisé sur mandat de l'OFSP visant à évaluer les doses de rayonnement dues au tabagisme.

Le programme de mesure de 90Sr dans les dents de lait touche à sa fin, car il est presque impossible d'obtenir des tailles d'échantillons suffisantes pour des analyses au niveau d'activité actuelle (< 12 mBq/g Ca). Il faut en effet au minimum 10 dents de lait (5 g de cendres) d'enfants nés la même année au même endroit (Vaud, Zürich ou Tessin) pour être en mesure de quantifier l'activité en ⁹⁰Sr. Comme pour les vertèbres, on observe une diminution régulière de la radioactivité depuis la fin des essais nucléaires en atmosphère, également avec une période biologique d'environ 10 ans [7]. La mesure des dents de lait de la personne née en 1973 est très importante car nous n'avons pas de valeur de référence pour cette date, le programme de mesure des dents de lait ayant été arrêté pour les dates de naissances comprises entre 1970 et 1976, puis repris après l'accident de Tchernobyl. La valeur obtenue de 67.8 mBq/g Ca s'insère parfaitement dans le continuum de la courbe décroissante d'activité, comme le montre la Figure 1.

À la suite de la découverte d'un nombre important de bâtiments contaminés par l'exercice d'activités horlogères utilisant de la peinture au ²²⁶Ra, l'OFSP a initié un programme d'assainissement des bâtiments contenant du ²²⁶Ra (Plan d'action Radium 2015-2023). Il est apparu important alors de pouvoir déterminer une moyenne d'activité en ²²⁶Ra dans les os humains de la population suisse non exposée à ce radioélément. Nous avons saisi l'opportunité du programme de mesure de radioactivité dans les vertèbres humaines pour y inclure la mesure de ²²⁶Ra. Notre base de données contient actuellement 41 cas, pour une moyenne à 1.99 ± 1.28 mBq/g Ca. La valeur minimale est à 0.7 mBq/g Ca et la valeur maximale à 6.1

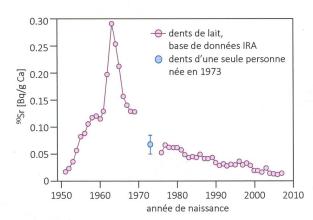


Figure 1: Activité en 90 Sr des dents de lait pour des enfants nés entre 1951 et 2007 (base de données IRA, points rouges) et pour une personne née en 1973 (cercle bleu).

mBq/g Ca. L'histogramme de la distribution des valeurs (Figure 2) ne montre pas de singularité, avec plus de 80% des valeurs distribuées entre 0.7 et 3.0 mBg/g Ca. Nous n'avons pas observé de différence entre l'activité en ²²⁶Ra contenue dans les vertèbres (os trabéculaire) et les fémurs ou les os de la mâchoire (os cortical), ce qui montre que le ²²⁶Ra est introduit dans l'organisme comme élément alcalino-terreux similaire au calcium, probablement principalement par la nourriture (boisson comprise). En 2021, l'activité d'un des échantillons du Tessin a dépassé 5 mBq/g Ca. Toutefois, l'incertitude associée a cette mesure est supérieure à 45% et ne nous permet pas de conclure avec certitude à une exposition au ²²⁶Ra autre que par une source naturelle.

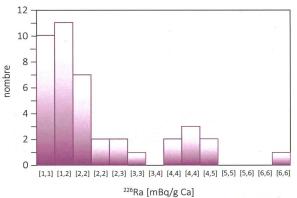


Figure 2: Histogramme des valeurs en ²²⁶Ra (mBq/g Ca) pour 41 analyses réalisées dans les vertèbres et os cortical prélevés en Suisse entre 2014 et 2021.

Conclusions

Les mesures de radioactivité dans les vertèbres humaines en 2021 n'ont pas montré d'exposition à des valeurs d'activité qui pourraient s'avérer problématiques en terme de dose reçue par le public en Suisse. Les activités en ²²⁶Ra et ²¹⁰Po reflètent une exposition naturelle à ces radioéléments, principalement par ingestion. L'introduction de la mesure de différents radioéléments d'importance dosimétrique dans les analyses de routine du plan national de surveillance de la radioactivité permet l'acquisition de données pouvant se révéler très utiles par la suite. Souvent, c'est le prélèvement d'échantillons qui s'avère la plus complexe lorsqu'il s'agit de l'humain. La disponibilité d'échantillons étant restreinte, il est important de pouvoir extraire un maximum d'informations à partir de ces échantillons.

La constitution de bases de données statistiquement représentatives de l'exposition naturelle de la population suisse à ces radioéléments doit permettre d'analyser et d'évaluer rapidement la situation en cas de situations exceptionnelles.

Remerciements

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

Références

- [1] Legett, RW. An age-specific kinetic model for lead metabolism in human. Env. Health Perspect. 1993, 101, 598-616.
- [2] Schrag et al. Dating human skeletal remains using a radiometric method: Biogenic versus diagenetic ⁹⁰Sr and ²¹⁰Pb in vertebrae. Forensic Sci.Int. 2012, 220, 271–278.
- [3] Froidevaux et al. Retention half times in the skeleton of plutonium and ⁹⁰Sr from above-ground nuclear tests: A retrospective study of the Swiss population. Chemosphere, 2010, 80, 519-524.
- [4] Straub et al. Determination of ²²⁶Ra at low levels in environmental, urine, and human bone samples and ²²³Ra in bone biopsy using alpha-spectrometry and metrological traceability to ²²⁹Th/²²⁵Ra or ²²⁶Ra. Anal. Chim. Acta, 2018,1031, 178-184
- [5] Froidevaux and Haldimann. Plutonium from Above-Ground Nuclear Tests in Milk Teeth: Investigation of Placental Transfer in Children Born between 1951 and 1995 in Switzerland. Env. Health Perspect. 2008, 116, 1731-1734.
- [6] Froidevaux et al. Long-Term Effects of Exposure to Low-Levels of Radioactivity: a Retrospective Study of ²³⁹Pu and ⁹⁰Sr from Nuclear Bomb Tests on the Swiss Population. In «Nuclear Power Operation, Safety and Environment», book edited by Pavel Tsvetkov, ISBN 978-953-307-507-5, Published: September 6, 2011 under CC BY-NC-SA 3.0. Chapter 14, Open Acces.
- [7] Froidevaux et al. ⁹⁰Sr in deciduous teeth from 1950 to 2002: The Swiss experience. Sci. Total. Environ. 2006, 367, 596-605.

