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: - (2020)

Rubrik: Radioactivité dans le corps humain = Radioaktivität im Menschen

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. Siehe Rechtliche Hinweise.

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. Voir Informations légales.

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. See Legal notice.

Download PDF: 26.04.2025

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

2020

Chapitre Kapitel 6

Radioactivité dans le corps humain

Radioaktivität im Menschen

Vertèbres et dents de lait

Wirbelknochen und Milchzähne

6.1
Mesure de ^{90}Sr, ^{210}Po et ^{226}Ra dans les vertèbres et de ^{90}Sr dans les dents de lait

P. Froidevaux, P.-A. Pittet, C. Pilloud, F. Barraud, L. Pfefferlé, 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. Cette année, il a été très difficile de prélever des vertèbres dans les instituts de pathologie, car la plupart des autopsies réalisées par ces institutions concernaient des contaminations Covid-19. Nous avons donc analysé le ^{90}Sr dans sept échantillons de vertèbres de cas en attente prélevés vers octobre 2019 et mesurées courant 2020, auxquels nous avons joint quatre cas du Tessin prélevés durant 2020. L'institut de pathologie de Lausanne n'ayant prélevé que trop peu de matériel, les analyses ont porté sur des mesures de ^{210}Po (2x) et de ^{226}Ra (2x), qui nécessitent moins de masse que les analyses de ^{90}Sr. Seuls quatre analyses ont pu être réalisées sur les dents-de-lait, ici également à cause de la forte diminution du nombre de dents récoltées année après année.

Les activités en ^{90}Sr 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 18 mBq/g Ca dans ces deux types d'échantillons. Les activités en ^{210}Po sont situées entre 10.4 et 27.9 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 29 mBq/g Ca). Les activités en ^{226}Ra sont situées entre 0.7 et 1.3 mBq/g Ca et sont incluses dans la partie basse des valeurs obtenues les années précédentes (moyenne à 1.81 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

L'IRA, sur mandat de l'OFSP, mesure depuis les années soixante le ^{90}Sr dans les vertèbres humaines prélevées lors d'autopsies. Le ^{90}Sr étant un indicateur de la fission nucléaire, il est important de le mesurer dans différents compartiments de l'environnement, de la chaine alimentaire et de l'homme. 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 plusieurs années déjà, nous mesurons également le ^{210}Po, un produit issu de la chaine de désintégration de ^{238}U. La mesure de ^{210}Po dans les vertèbres permet l'évaluation de l'incorporation de ^{210}Pb, dont le métabolisme suit celui du calcium [1]. Le couple ^{210}Pb/ ^{210}Po va être incorporé dans l'organisme humain par inhalation des produits de filiation du gaz ^{222}Rn présent dans l'air. Une contribution supplémentaire provient également de l'inhalation de fumées du tabac. Une proportion importante de ^{210}Pb/^{210}Po est également incorporée par ingestion de nourriture, spécialement les fruits de mer. La mesure de ^{226}Ra 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 ^{90}Sr, ^{226}Ra, qui est un cation alcalino-terreux similaire au calcium, va également cibler spécifiquement la masse osseuse. Le but de ces mesures est d'obtenir une base de données de valeurs de ^{226}Ra dans les os humains pour la population suisse non exposée professionnellement à ce radioélément.

Cette année, il a été presqu'impossible de prélever des vertèbres dans les instituts de pathologie du Tessin et de Lausanne, car la majorité des cas autopsiés présentaient des contaminations au Covid-19. Nous n'avons pas la possibilité de traiter des échantillons biologiques contaminés par des bactéries ou des virus dans notre laboratoire. Nous avons donc déterminé l'activité en ^{90}Sr, qui nécessite au moins 10 g de cendres d'os, dans 6 cas prélevés au Tessin et un cas prélevé dans le canton de Vaud à la fin 2019 (donc non contaminés). Considérant la vitesse de renouvellement biologique de la masse osseuse des vertèbres, équivalent à environ 2 ans, ces cas représentent assez bien la situation 2020, sachant que nous n'avons pas observé de contamination environnementale au ^{90}Sr durant cette période. L'institut de pathologie de Lausanne a pu nous fournir également quatre cas non Covid-19 en 2020, mais malheureusement avec une masse insuffisante pour mesurer le ^{90}Sr. Nous avons donc consacré ces cas à la mesure de ^{210}Po (2x) et ^{226}Ra (2x). L'institut de pathologie de Locarno a pu nous fournir en 2020 quatre cas non Covid-19. Dans deux cas, le ^{226}Ra a également été mesuré. Dans ce rapport, nous reportons également la mesure en ^{90}Sr des dents de lait d'une personne née en 2004 et ayant vécu son enfance dans le canton de Vaud. Toutes les dents de lait ont été conservées indépendamment par ses parents, ce qui permet la mesure d'un cas individuel, au moins dix dents étant nécessaires à l'analyse.

Méthodes

Les méthodes d'analyses du ^{90}Sr et du ^{210}Po peuvent être trouvées dans les références [2] et [3]. La méthode d'analyse du ^{226}Ra est décrite en détail dans la référence [4].

Tableau 1:
^{90}Sr (mBq/g Ca) et ^{210}Po (mBq/g Ca) dans les vertèbres de personnes décédées en Suisse en 2019 et en 2020. Incertitudes pour u(95%).

Année décès	Lieu décès	^{90}Sr (mBq/g Ca)	^{210}Po (mBq/g Ca)
2019	Vaud	8.5 ± 2.2	
	Tessin	7.2 ± 2.5	
		5.4 ± 1.5	
		9.0 ± 2.3	
		15.7 ± 3.9	
		6.7 ± 2.2	
		6.0 ± 1.8	
2020	Tessin	7.0 ± 1.8	
		4.6 ± 1.2	
		12.4 ± 2.9	
		9.2 ± 2.6	
	Vaud		27.9 ± 2.4
			10.4 ± 1.0
Moyenne ± écart-type		8.5 ± 3.2 (n=10)	

Tableau 2:
^{90}Sr (mBq/g Ca) dans les dents de lait d'enfants nés en Suisse entre 2004 et 2007 et mesurées en 2020. 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%).

Naissance		Année(s) d'extraction	^{90}Sr (mBq/g Ca)
Année	Lieu		
2005	Zürich	2018 - 2020	17.3 ± 2.4
2006	Zürich	2018 - 2020	11.4 ± 2.4
2007	Zürich	2018 - 2020	11.0 ± 2.3
2004	Vaud	[a]	17.5 ± 5.4[b]

[a] Dents provenant d'un seul enfant né en 2004, extraites durant toute l'enfance et conservées pour être analysées.

[b] La valeur de référence de notre base de données pour l'année 2004 est de 13 mBq/g Ca.

Tableau 3:
^{226}Ra (mBq/g Ca) dans les vertèbres de personnes décédées en Suisse en 2020 et mesurées la même année. Incertitudes pour u(95%).

Année décès	Lieu décès	Type	^{226}Ra (mBq/g Ca)
2020	Vaud	vertèbre	0.7 ± 0.3
	Vaud	vertèbre	1.3 ± 0.2
	Tessin	vertèbre	1.2 ± 0.3
	Tessin	vertèbre	0.7 ± 0.2

Résultats et discussion

Les analyses de ^{90}Sr dans les vertèbres humaines n'ont pas montré de valeurs anormales (Tableau 1), et l'activité de ^{90}Sr continue de décroitre avec une période biologique d'environ 13 ans, depuis la fin des essais d'armes atomiques dans l'atmosphère des années soixante [5, 6]. En 2020, l'activité moyenne en ^{90}Sr des vertèbres humaines en Suisse était de 8.5 mBq/g Ca. Ces faibles valeurs se traduisent par une incertitude souvent supérieure à 30% dans la mesure de ^{90}Sr. 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 ^{210}Po des vertèbres humaines. Notre base de données contient actuellement 82 cas, pour une moyenne à 29.0 mBq/g Ca et un écart-type à 22 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 ^{210}Pb/^{210}Po 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 ^{222}Rn. Dans le métabolisme humain, c'est le plomb qui cible préférentiellement la masse osseuse [1]. On peut donc faire l'hypothèse que ^{210}Pb et ^{210}Po 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 ^{210}Pb et ^{210}Po par inhalation des produits de combustion du tabac contenant ces deux radioéléments, dans le cadre d'un projet de l'OFSP visant à évaluer les doses de rayonnement dues au tabagisme.

Le programme de mesure de ^{90}Sr dans les dents de lait touche probablement à sa fin, car il nous est de plus en plus difficile d'obtenir des tailles d'échantillons suffisantes pour des analyses au niveau d'activité actuelle (< 18 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 ^{90}Sr. Comme pour les vertèbres, on observe une diminution régulière de l'activité depuis la fin des essais nucléaires en atmosphère, également avec une période biologique d'environ 10 ans [7].

L'OFSP a initié un programme d'assainissement des bâtiments contenant du ^{226}Ra, issu de l'utilisation de peinture au ^{226}Ra par l'industrie horlogère. Il est apparu important alors de pouvoir déterminer une moyenne d'activité en ^{226}Ra 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 ^{226}Ra. Notre base de données contient actuellement 37 cas, pour une moyenne à 1.73 mBq/g Ca. La valeur minimale est à 0.70 mBq/g Ca et la valeur maximale à 4.58 mBq/g Ca. L'histogramme de la distribution des valeurs (Figure 1) ne montre pas de singularité, avec plus de 85% des valeurs distribuées entre 0.7 et 3.0 mBq/g Ca.

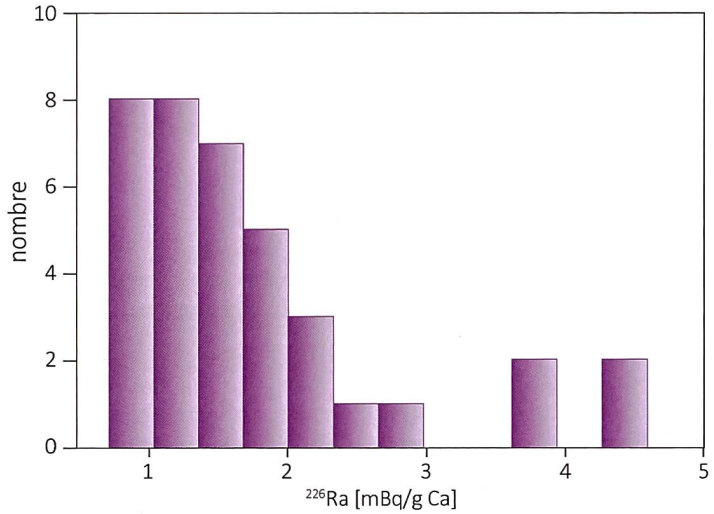

Figure 1 :
Histogramme des valeurs en ^{226}Ra (mBq/g Ca) pour 37 analyses réalisées dans les vertèbres et os cortical prélevés en Suisse entre 2014 et 2020.

Nous n'avons pas observé de différence entre l'activité en ^{226}Ra contenue dans les vertèbres (os trabéculaire) et les fémurs ou les os de la mâchoire (os cortical), ce qui montre que le ^{226}Ra est introduit dans l'organisme comme élément alcalino-terreux similaire au calcium, probablement principalement par la nourriture (boisson comprise). En 2020, les activités mesurées (Tableau 3) étaient parfaitement incluses dans l'intervalle des mesures réalisées jusque-là et n'ont pas montré d'exposition au ^{226}Ra autre que par une source naturelle.

Conclusions

Les mesures de radioactivité dans les vertèbres humaines en 2020 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 ^{226}Ra et ^{210}Po 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 le 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 la prise de position rapide lors 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 ^{90}Sr and ^{210}Pb in vertebrae. Forensic Sci.Int. 2012, 220, 271–278.

[3] 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.

[4] Straub et al. Determination of ^{226}Ra at low levels in environmental, urine, and human bone samples and ^{223}Ra in bone biopsy using alpha-spectrometry and metrological traceability to ^{229}Th/^{225}Ra or ^{226}Ra. 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 ^{239}Pu and ^{90}Sr 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. ^{90}Sr in deciduous teeth from 1950 to 2002: The Swiss experience. Sci. Total. Environ. 2006, 367, 596-605.