NORME INTERNATIONALE

ISO 13304-1

Deuxième édition
2020-07

Radioprotection — Critères minimaux pour la spectroscopie par résonance paramagnétique électronique (RPE) pour la dosimétrie rétrospective des rayonnements ionisants —

Partie 1: Principes généraux

Radiological protection — Minimum criteria for electron paramagnetic resonance (EPR) spectroscopy for retrospective dosimetry of ionizing radiation —

Part 1: General principles

Numéro de référence
ISO 13304-1:2020(F)

© ISO 2020



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2020

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos ..... **v**
Introduction ..... **vi**
1 Domaine d'application **1**
2 Références normatives **1**
3 Termes et définitions **2**
4 Confidentialité et considérations déontologiques **3**
5 Exigences de sécurité relatives aux laboratoires **3**
5.1 Champ magnétique 3
5.2 Fréquence électromagnétique 3
5.2.1 Mesurage in vitro 3
5.2.2 Mesurage in vivo 3
5.3 Risques biologiques pour les échantillons 3
6 Prélèvement/choix et identification des échantillons **4**
7 Transport et stockage des échantillons **4**
8 Préparation des échantillons **5**
9 Appareillage **6**
9.1 Principes de la spectroscopie RPE 6
9.2 Exigences relatives aux spectromètres RPE 6
9.3 Exigences relatives au résonateur 7
9.4 Mesurages des signaux parasites 7
9.5 Stabilité du spectromètre et surveillance/contrôle des conditions environnementales 7
9.6 Dérive de la ligne de base 8
10 Mesurages des échantillons **8**
10.1 Principes généraux 8
10.2 Choix et optimisation des paramètres de mesure 8
10.2.1 Généralités 8
10.2.2 Paramètres liés aux micro-ondes 9
10.2.3 Paramètres de champ magnétique 9
10.2.4 Paramètres du canal de signal 9
10.3 Positionnement et chargement de l'échantillon 10
10.4 Réglage du pont de mesure micro-onde 11
10.5 Utilisation d'échantillons de référence comme marqueurs de champ et contrôleurs d'amplitude 11
10.6 Reproductibilité du contrôle 12
10.7 Mode opératoire de mesure des échantillons anisotropes 12
10.8 Codage des spectres et des échantillons 12
11 Détermination de la dose absorbée dans les échantillons **12**
11.1 Détermination de l'intensité du signal induit par le rayonnement 12
11.2 Conversion du signal RPE en une estimation de dose absorbée 13
11.2.1 Conversion du signal RPE en une estimation de dose absorbée pour la dosimétrie in vitro 13
11.2.2 Conversion du signal RPE en une estimation de dose absorbée pour la dosimétrie dentaire in vivo 13
12 Incertitude de mesure **14**
13 Examen d'une dose suspecte **14**
14 Assurance qualité et contrôle de la qualité (AQ et CQ) **15**
15 Exigences minimales concernant la documentation **16**

© ISO 2020 – Tous droits réservés

Bibliographie **18**

 © ISO 2020 – Tous droits réservés

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire, technologies nucléaires, et radioprotection*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 13304 se trouve sur le site web de l'ISO.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 13304-1:2013), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les modifications apportées par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

— inclusion de références bibliographiques dans le texte;

— ajout d'une référence informative à l'ISO 13304-2;

— mise à jour de la bibliographie.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

© ISO 2020 – Tous droits réservés

Introduction

La résonance paramagnétique électronique (RPE) est une technique couramment utilisée en dosimétrie rétrospective lorsque les informations dosimétriques concernant un individu sont potentiellement incomplètes ou inconnues. Elle est maintenant largement utilisée pour l'évaluation rétrospective des doses délivrées à des moments précis dans le passé (par exemple la dosimétrie par RPE est l'une des méthodes de choix pour l'évaluation rétrospective des doses délivrées aux populations exposées à l'arme atomique au Japon et aux personnes exposées suite à l'accident de Tchernobyl) et elle est également envisagée comme méthode de tri de population après des accidents impliquant un grand nombre de personnes potentiellement exposées à des niveaux de rayonnement cliniquement significatifs[1] à [12]. Divers types de matériaux peuvent être analysés par la technique RPE pour estimer la dose absorbée dans ceux-ci[13] à [41]. Ainsi, la spectroscopie RPE est un outil polyvalent pour la dosimétrie rétrospective, qui est aussi bien mis en œuvre pour les expositions aiguës (passées ou récentes, d'une partie ou de l'ensemble du corps) que pour les expositions de longue durée. Les doses estimées avec la méthode RPE ont principalement été utilisées pour établir une corrélation entre les effets biologiques des rayonnements ionisants et la dose reçue, pour valider d'autres techniques ou méthodologies ainsi que pour assurer la gestion des victimes d'accident d'irradiation ou de l'expertise médico-légale dans le cadre de procédures judiciaires[42]. Les tissus biologiques humains sont les principaux matériaux utilisés pour la dosimétrie rétrospective par RPE, mais des matériaux provenant d'objets personnels ainsi que des objets situés dans l'environnement immédiat des personnes exposées peuvent être également utilisés. Le principe de la dosimétrie par RPE est basé sur les propriétés fondamentales des rayonnements ionisants: la production d'espèces comportant des électrons non appariés (souvent, mais non exclusivement, des radicaux libres) en quantité proportionnelle à la dose absorbée. La technique RPE permet de détecter de manière spécifique et sensible les quantités d'électrons non appariés suffisamment stables pour pouvoir être observés après leur création; bien que la quantité d'électrons non appariés détectés soit en général directement proportionnelle à la quantité générée, ces espèces peuvent réagir, d'où la nécessité d'établir, pour chaque type d'utilisation, la relation entre l'intensité du signal RPE et la dose de rayonnement. Cette technique a été le plus souvent appliquée sur des tissus calcifiés, notamment l'émail dentaire[43] à [50]. Un rapport technique de l'AIEA a été publié sur l'application de cette technique à l'émail dentaire[51]. Afin d'étendre le champ d'application de la dosimétrie rétrospective par RPE, de nouveaux matériaux potentiellement appropriés pour la dosimétrie par RPE sont régulièrement étudiés et des protocoles associés établis. L'objectif du présent document est de faciliter la diffusion de cette technique, de la rendre plus facilement applicable et plus utile pour la dosimétrie. Spécifiquement, le présent document propose un cadre méthodologique et des recommandations pour établir, valider et appliquer des protocoles allant du prélèvement des échantillons jusqu'au report des doses. L'application du présent document à la dosimétrie *ex vivo* de l'émail dentaire humain est décrite dans l'ISO 13304-2[52].

© ISO 2020 – Tous droits réservés

Radioprotection — Critères minimaux pour la spectroscopie par résonance paramagnétique électronique (RPE) pour la dosimétrie rétrospective des rayonnements ionisants —

Partie 1: Principes généraux

1 Domaine d'application

Le but principal du présent document est de fournir un ensemble de critères minimaux acceptables requis pour établir un mode opératoire pour la dosimétrie rétrospective par spectroscopie par résonance paramagnétique électronique et pour présenter les résultats dans un rapport.

Son second objectif est de faciliter la comparaison des mesures associées à l'estimation de la dose absorbée de différents laboratoires.

Le présent document couvre la détermination de la dose absorbée dans le matériau mesuré. Il ne couvre pas le calcul de la dose délivrée aux organes ou à l'organisme entier. Il ne concerne que les mesurages de dosimétrie effectués sur des échantillons biologiques et des échantillons inertes, et plus particulièrement:

a) les mesurages de matériaux environnementaux inertes, tels que les verres, les polymères, les tissus pour vêtements, les saccharides, etc. généralement réalisés avec des fréquences micro-ondes dans la bande X (8 GHz à 12 GHz);

b) les mesurages in vitro de prélèvement d'émail dentaire, placé dans un tube porte-échantillon, et mesuré en général en bande X, mais des fréquences micro-ondes plus élevées sont également considérées;

c) les mesurages in vivo de dents, réalisés actuellement en bande L (1 GHz à 2 GHz), mais des fréquences micro-ondes plus élevées sont également considérées;

d) les mesurages in vitro de prélèvements d'ongles, effectués principalement en bande X, mais des fréquences micro-ondes plus élevées sont également considérées;

e) les mesurages in vivo des ongles, effectués en bande X sur les ongles des doigts ou des orteils;

f) les mesurages in vitro de tissus osseux, réalisés en général en bande X, mais des fréquences micro-ondes plus élevées sont également considérées.

En ce qui concerne les échantillons biologiques, les mesurages in vitro sont effectués sur des échantillons prélevés sur une personne ou un animal et dans des conditions de laboratoire, tandis que les mesurages in vivo sont réalisés sans prélèvement d'échantillon et peuvent s'effectuer sur le terrain.

NOTE La dose mentionnée dans le présent document est la dose absorbée de rayonnement ionisant dans les matériaux mesurés.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

© ISO 2020 – Tous droits réservés

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse https://www.iso.org/obp;

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse http://www.electropedia.org/.

3.1
dosimétrie rétrospective (incluant les expertises dans des délais courts et les situations d'urgence)
dosimétrie effectuée généralement sur une personne après une exposition à des rayonnements ionisants en utilisant des méthodes autres que les méthodes classiques de surveillance dosimétrique

3.2
résonance paramagnétique électronique
RPE
résonance de spin électronique
RSE
technique de résonance magnétique similaire à la résonance magnétique nucléaire (RMN), mais fondée sur la résonance des spins électroniques non appariés, tels que ceux présents dans les radicaux libres ou ceux liés à une vacance ou une substitution d'atomes dans un réseau cristallin

Note 1 à l'article: Le terme de RPE est maintenant le plus communément utilisé. Le terme RSE est de moins en moins employé. Le terme résonance magnétique électronique (RME), plus récent, est parfois employé, car il est analogue au terme RMN (résonance magnétique nucléaire).

3.3
radical/centre paramagnétique
espèce contenant un ou plusieurs électrons non appariés

Note 1 à l'article: Les électrons appariés ont le même état quantique, mais des spins orientés de manière opposée; les électrons non appariés n'ont pas de «partenaire» avec un spin électronique opposé. Lorsque le spin non apparié se trouve sur une molécule, il est habituellement nommé «radical»; lorsque l'électron non apparié se trouve dans une matrice, il est souvent nommé «centre paramagnétique».

3.4
mesurage in vivo
mesurage réalisé sur un système vivant comme des mesurages de *centres paramagnétiques* (3.3) présents dans l'émail dentaire mesurés directement dans la cavité buccale

3.5
mesurage in vitro
mesurage de prélèvements biologiques réalisé à l'extérieur de l'organisme

Note 1 à l'article: Le terme ex vivo a également été utilisé dans la littérature pour des échantillons prélevés et analysés in vitro, mais irradiés à l'intérieur de l'organisme.

3.6
assurance qualité
actions planifiées et systématiques nécessaires pour attester qu'un processus, un mesurage ou un service satisfait aux exigences de qualité définies

3.7
contrôle de la qualité
actions planifiées et systématiques destinées à vérifier que les systèmes et les composants sont conformes aux exigences prédéterminées

© ISO 2020 – Tous droits réservés