

L'OSTEODENSITOMETRIE

Echanges d'informations et de réflexions

17/09/2007 – Roland M

Chers amis,

Nous savons qu'il est conseillé de suivre la santé des os pour ceux d'entre nous qui ont été sous hormonothérapie. Dans notre pays, ce contrôle se fait par une ostéodensitométrie réalisée le plus souvent par la technique DEXA. Or les américains ne conseillent pas cette technique (bonne sensibilité mais mauvaise spécificité) et préconisent QCT – BMD (Quantitative Computerized Tomography – Bone Mineral Density).

Connaissez-vous le nom français de ce QCT-BMD et dans quels centres peut-on en bénéficier ?

A vous lire,

Amitiés.

Roland M

18/09/2007 – Jacques M

Cher Roland

Le suivi de densitométrie osseuse est en effet un élément essentiel de la thérapie hormonale. En effet nous devons nous en préoccuper ; merci de ton mail

De mon côté, j'ai un peu regardé les indicateurs biologiques de l'activité osseuse et j'ai commencé à faire quelques dosages sur moi-même, de mon initiative et à mes frais

Côté imagerie, ton mail m'incite à avancer plus vite et à 'avouer' à l'ANAMACaP que j'ai travaillé pendant un certain temps avec un petit groupe sur les techniques de reconstruction à partir de 'projections' appliquées à la reconstruction en volume d'objets aussi divers que des milieux 'condensés' (comme l'est aussi le corps humain) que des plasmas de fusion thermonucléaires (c'est d'ailleurs ce qui m'a valu de passer ensuite deux années aux USA).

C'est le même type de problème mathématique que celui rencontré en tomographie (problème 'inverse')

Notre équipe a été durant un temps en pointe de ces techniques, dans le cadre des reconstructions dites 'sous-déterminées' c'est-à-dire lorsqu'on cherche à avoir plus d'informations que le seul jeu de données de mesures brutes ne permettrait d'en avoir en première analyse

Je me rends compte que je suis un peu ésotérique

Pour être plus concret, on peut se divertir en prenant le problème du 'carré magique' qui consiste à reconstruire des valeurs d'un tableau carré à n^2 cellules à partir de certaines sommes de ces valeurs prises dans différentes directions

Lorsque je serai un peu 'relaxé' de mes soucis de prostate, il faudra que je prenne le temps de donner de moi-même sur tous les sujets d'imagerie pour le bénéfice de l'association

Je le sens maintenant comme une obligation morale de servir notre cause ; l'association pourra trouver un observateur attentif des problèmes d'imagerie, mais il faut que je me rebranche sur ces sujets que j'ai quittés il y a environ 25 ans.

Le problème inverse rencontré en tomographie se rencontre aussi bien en imagerie par rayons X qu'en imagerie par résonance magnétique nucléaire, par émission de positons (PET), par exemple

(le PET-Scan cumule deux reconstructions différentes)

Mais les mêmes concepts sont aussi à la base de reconstructions de toutes natures, dans des domaines très variés, la radioastronomie, la sismologie... la liste est sans fin

*Je me propose de répondre partiellement à ton mail, avec un peu d'explications d'abord sur DEXA versus QCT-BMD, afin d'étayer nos demandes sinon nos exigences
Mais je voudrais demeurer modeste dans ce premier mail et dire d'emblée qu'il n'est pas simple de départager plusieurs matériels et techniques en 'débarquant' sur le sujet
Il faut en effet tenir compte de critères variés comme la résolution spatiale, la précision des mesures, leur reproductibilité, sur une même machine ou sur deux machines différentes, soit par leur concept, soit par leur marque, leur sensibilité à l'art du radiologue...
Ce critère de reproductibilité, de fiabilité des mesures n'est pas mineur dans un suivi long terme, face à des matériels évolutifs et des personnels changeants....
Se préoccuper aussi des doses et évidemment des coûts
Je me demande aussi ce que pourraient apporter d'autres méthodes
Je vais donc demeurer sur les grandes lignes.*

La technique DEXA (ou DXA), on doit le dire d'entrée, n'est pas une technique de densitomètre ; elle ne fait que perfectionner quelque peu les données de la radiographie

Radiographie

Une radiographie est une 'projection'.

Ce terme de 'projection' est ici employé dans le sens d'une représentation de données 'intégrées', à savoir l'intégration (la somme) des atténuations du rayonnement, ayant un certain spectre à l'entrée, au cours de sa traversée des différents milieux de l'objet

Stricto sensu la radiographie ne donne que ça.

Parenthèse : l'atténuation du rayonnement X est de type exponentiel ; c'est en prenant le logarithme de la relation qu'on peut parler de 'somme des atténuations'.

DEXA

Le DEXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry) va un peu améliorer la radiographie, dans le cas où l'objet peut être simplifié en le supposant composé de deux milieux différents, et deux seulement, en termes d'atténuation des rayons X.

Petite parenthèse ici ; en radiographie médicale il est usuel et assez justifié de ne considérer que les quelques milieux physiques suivants, l'air, l'eau (représentant les liquides et les milieux mous très hydratés), les milieux adipeux, les os et éventuellement le métal

Avec les rayonnements employés, l'air apporte une atténuation négligeable, l'eau (et les milieux qu'elle représente) est peu différenciée des milieux adipeux, et l'ensemble de ces milieux est très différencié du milieu osseux.

On peut donc avec une certaine justification considérer qu'on n'a que deux milieux bien différents, le milieu minéral osseux d'une part, le reste d'autre part (en mettant à part le métal qui doit être absent ou traité différemment)

Afin de pouvoir différencier ces deux milieux, on saisit deux 'projections' du même objet sous le même angle, pris avec deux spectres de rayonnement X spécifiques des deux milieux.

Et afin que la différenciation soit la plus nette on choisit deux spectres de rayonnement bien différents, chacun d'eux étant très absorbé par l'un des deux milieux et peu par l'autre (de préférence autour d'une raie d'absorption de chacun des deux milieux)

Pour chaque point de la projection on a ainsi deux équations à deux inconnues, les quatre coefficients d'atténuation (pour les deux milieux et les deux spectres) étant supposés connus. Mais attention on n'accède qu'à une 'masse surfacique' de l'os (masse/par unité de surface exprimée en g/cm²) et non à la masse volumique ou densité. Il faut faire des hypothèses sur la géométrie de l'os pour estimer une densité, qui ne peut être que moyenne dans le sens de la propagation du rayonnement.

TOMOGRAPHIE - CT

C'est l'objectif de toutes les techniques de 'reconstruction' que d'accéder à des valeurs locales en volume, à partir d'un ensemble, le plus important possible, de données 'intégrées' recueillies à l'extérieur de l'objet,

Ces données doivent être les plus 'découplées' possibles, les plus 'différentes' possible ce qui est obtenu par les angles ou orientations de projection les plus diverses.

Mathématiquement on a un vaste système d'équations dont les inconnues sont les absorptions par unité de longueur

Dans la pratique, l'acquisition de données est souvent faite par tranches successives, la reconstruction étant dans ce cas réduite à un problème plan ; les données premières les plus précises sont ainsi visualisées en coupe (d'où le nom de tomographie)

Mais il existe des équipements dans lesquels l'acquisition et le traitement de données sont considérés globalement en 3D.

Dans les clichés qui sont créés pour l'interprétation clinique, la 'densité' (au sens 'photographique') du cliché est liée au coefficient linéique d'absorption.

On peut reconstruire par le calcul n'importe quelle autre coupe sous n'importe quelle orientation.

Ce sont les techniques de tomographie ou plus précisément, en anglais de CT ou Computed Tomography

(Le terme 'computed' fait référence bien sur à l'intervention massive du calcul numérique dans ces systèmes mais surtout parce que des systèmes de tomographie disons analogiques ont existé par le passé)

QCT-BMD

En principe, toutes les tomographies X permettent de remonter à la densité à partir des coefficients linéiques d'absorption

Là on entre dans un détail que je ne peux développer dans ce mail, détail qui réside notamment dans les différents mécanismes d'interaction du rayonnement avec la matière (absorption, diffusion, conversion)

Disons seulement ceci :

- La reconstruction tomographique permet de reconnaître la nature des milieux en chaque point.
- On a donc une bonne idée de la composition chimique des différents constituants de ces milieux et du numéro atomique de chacun des constituants
- A partir de ces compositions atomiques, on peut passer du coefficient d'atténuation local obtenu par la tomographie à la densité local (en g/cm³)

C'est alors qu'on peut parler de QCT, Quantitative Computerized Tomography.

Toutefois, si le spectre du rayonnement est connu à l'entrée, il se modifie au cours de son atténuation sélective dans le milieu

Conceptuellement cette complexification peut être prise en compte ; je ne sais si c'est le cas dans les matériels actuels et si c'est un facteur de différence de performances entre les matériels existants

CONCLUSION

Le DEXA n'est pas en mesure de nous suivre valablement, nous qui devons pouvoir séparer la déminéralisation osseuse due à l'âge, aux habitudes de vie (ensoleillement, exercice, alimentation etc...) de celle liée à l'hormonothérapie

Tu as raison, Roland, de rechercher les sites ayant le matériel et l'expérience.

En ce qui concerne la terminologie en français, je ne la connais pas.

Pour QCT, on pourrait avancer Tomographie Quantitative Assistée par ordinateur ou simplement Tomographie Quantitative par Ordinateur, TQO (?)

Il faut en effet préciser l'objet de la quantification; BMD pourrait être traduit par Densité Minérale Osseuse ou mieux par Teneur Minérale Osseuse, TMO

Alors, naïvement, j'ai fait une requête Google avec TQO TMO... et ça marche

Enfin je n'obtiens qu'un article sur la densitométrie osseuse

Ca ne nous étonne pas, il nous vient du Canada

Il faudrait le lire ; cet article est en plusieurs pages html ; voici l'adresse de la première :

http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/radiation/gamma/author-auteur_f.html

J'en ai fait une 'reconstruction' dans un fichier WORD ci-joint « L'ostéodensitométrie aux photons rayons X et gamma pour le diagnostic clinique - Une revue »

Je me rends compte qu'il faudrait maintenant entrer dans le détail, consulter de bons radiologues spécialistes, faire la littérature

Je pense que les français conserveront la dénomination américaine

Il faut maintenant rechercher les sites avec non seulement les matériels les plus adaptés mais aussi avec les équipes orientées PROSTATE et HORMONOTHERAPIE

Bien amicalement à tous

Jacques M

Voir l'extrait : <http://www.anamacap.fr/telechargement/imagerie/extrait1.pdf>

18/09/2007 – Jean P

Cher Roland,

En ce qui me concerne, et sur les conseils de Strum, j'ai prospecté en 2004 et dans ma région les centres équipés pour faire la densitométrie QCT BMD. Ce n'est pas facile, ils sont rares.

J'en ai trouvé à l'hôpital Debrousse à Lyon. Je fais en général un examen tous les ans. J'ai eu la chance de rencontrer un médecin charmant avec qui j'ai sympathisé et qui me consacre beaucoup de temps. C'est un passionné de cette technique. Il a un matériel performant, mais malheureusement il doit partir en retraite prochainement.

Cette technique, basée sur l'utilisation des rayons x est en effet très intéressante. Les documents en couleur sont très explicites, il est notamment possible de cibler et de suivre dans le temps une zone suspecte, vertèbre par exemple.

Elle donne par ailleurs des données globales telles que masse musculaire, osseuse et graisse. (Avec donc suivi dans le temps)

Je n'ai pas recherché et je n'ai pas d'autres renseignements sur les autres centres français.

Amitiés,

Jean P

26/09/07 – Pr CUSSENOT Olivier

Cher Roland,

Voici ma question et la réponse d'un spécialiste de premier plan en la matière (Pr ORCEL, Institut de Rhumatologie, Hôpital Lariboisière, APHP).

Très cordialement.

Olivier

Question au Pr ORCEL :

Bonjour Philippe,

J'ai une question d'un malade « averti » a propos du bilan d'une ostéoporose post castration pour ADK de prostate : ostéodensitométrie réalisée le plus souvent par la technique DEXA (bonne sensibilité mais mauvaise spécificité) ? et préconisez-vous QCT-BMD (Quantitative Computerized Tomography – Bone Mineral Density) dans quels centres peut-on en bénéficier ?

Merci de ton éclairage.

Amicalement.

Olivier

Réponse du Pr ORCEL :

Mon Cher Olivier,

La technique DEXA est actuellement la méthode de référence pour mesurer la densité osseuse et ainsi évaluer le risque de fracture, en particulier chez un homme hypogonadique dans cette situation. Le scanner est beaucoup moins reproductible : il n'est pas validé pour cela.

Amitiés.

Philippe