

Voici le contenu structuré en HTML, avec des sections claires, des titres, des paragraphes, des dialogues et des citations identifiés : ``html

Cours sur "Le tissu osseux"

Par **Lamadine Cherif**, Professeur à l'Université des Sciences et des Technologies d'Ati (USTA), Tchad

Parcours Agro-pastorale licence 1

1 Introduction au cours

Bonjour. Aujourd'hui, nous allons aborder notre dernier chapitre sur le tissu osseux.

Comme vous le savez, l'os est un tissu vivant qui, chez l'homme comme chez la femme, fait l'objet d'un remodelage permanent tout au long de la vie, assuré par deux types de cellules.

2 Les ostéoclastes

Il existe les ostéoclastes, issus de cellules précurseurs hématopoïétiques. Ce sont de grandes cellules multinucléées contenant plusieurs noyaux. Elles se caractérisent par :

- Une zone d'ancrage sur l'os
- Une bordure en brosse
- De nombreuses mitochondries
- Un appareil de Golgi développé

Leur matrice osseuse présente une bordure en brosse au contact avec la chambre de résorption de l'os. Elles possèdent un équipement enzymatique important permettant :

- L'acidification et la dissolution de la phase minérale de la matrice osseuse
- La dissociation de la phase organique de la matrice osseuse, aboutissant à une lacune de résorption

Des ions H^+ sont produits par une anhydrase carbonique intracytoplasmique et excrétés dans la chambre de résorption par une pompe à protons. Parallèlement, des enzymes lysosomales sont sécrétées, notamment :

- La phosphatase acide
- La cathepsine
- Les métalloprotéases

Régulation de l'action des ostéoclastes

L'action des ostéoclastes est contrôlée par des hormones systémiques :

- **Stimulée par :**
 - L'hormone parathyroïdienne (PTH)
 - Le métabolite actif de la vitamine D
- **Freinée par :**
 - La calcitonine
 - Les ostéogènes

Un niveau de régulation locale existe également, impliquant des cytokines autrefois regroupées sous le nom de **facteurs d'activation des ostéoclastes (OAF)**, comprenant notamment :

- L'IL-1
- L'IL-6
- Le TNF-alpha

Plus récemment, le rôle majeur de l'**ostéoprotégérine**, qui s'oppose à RANK et RANK-L dans le contrôle de la résorption osseuse, a été découvert, avec des implications notables en pathologie cancéreuse.

3 Les ostéoblastes

La deuxième cellule, les ostéoblastes, sont des cellules mononucléées disposées en couches monocellulaires sur la surface osseuse. Leur fonction est d'élaborer un nouvel os après l'action des ostéoclastes.

Il faut **100 à 1000 ostéoblastes** pour reconstituer le volume d'os résorbé par un ostéoclaste. Ils dérivent d'un précurseur mésenchymateux commun aux fibroblastes, aux chondrocytes et aux adipocytes.

Les ostéoblastes synthétisent des protéines constituant une matrice non minéralisée, composée de :

- Collagène de type I
- Protéines non collagéniques

Le tissu ostéoïde produit également des enzymes **phosphatases alcalines** permettant le dépôt de cristaux d'hydroxyapatite et assure ainsi la calcification de la matrice.

Un facteur de croissance, le **TGF- β** , libéré de la matrice osseuse lors de la phase de résorption par les ostéoclastes, pourrait jouer un rôle de médiateur dans le couplage entre résorption et formation osseuse.

Contrôle de la formation osseuse

Le contrôle de la formation osseuse fait intervenir :

- La PTH
- Les hormones sexuelles

Les glucocorticoïdes induisent prématurément l'apoptose des ostéoblastes et une diminution marquée de l'ostéoformation.

4 Les ostéocytes

On trouve également dans la matrice osseuse des ostéocytes, qui sont d'anciens ostéoblastes piégés dans de petites logettes. Dotés de longs prolongements, ils

sont reliés entre eux et communiquent avec la surface osseuse via un système de canalicules ménagés entre les fibres de collagène de la matrice osseuse.

Jouant probablement un rôle de récepteur mécanique, ils pourraient influencer la vitalité des autres cellules osseuses. Il est possible que l'apoptose des ostéocytes constitue le facteur déclenchant de l'ancrage des ostéoblastes sur la surface osseuse, initiant ainsi le processus de résorption et de remodelage.

5 L'unité de remodelage osseux

L'unité de remodelage osseux, comparable au néphron pour le métabolisme rénal, définit les activités couplées des ostéoclastes et des ostéoblastes dans le temps et l'espace au sein d'une unité fonctionnelle, l'unité cellulaire de remodelage.

6 Rôle des hormones sexuelles dans le remodelage osseux

Il est largement démontré que l'insuffisance gonadique s'accompagne d'une élévation de la résorption ostéoclastique et d'une perte osseuse marquée, tandis que les suppléments en testostérone induisent, dans ces conditions, une inhibition du remodelage et un gain osseux significatif.

Cela a conduit à considérer classiquement que les développements osseux et le remodelage tout au long de la vie étaient conditionnés chez l'homme par le taux d'androgènes circulants. Cette opinion est aujourd'hui remise en question, d'abord en raison de l'observation de cas cliniques de déficiences en aromatase ou en récepteurs aux œstrogènes, puis parce qu'il apparaît que, chez l'homme, le taux libre d'œstrogènes est mieux corrélé à la masse osseuse que le taux de testostérone.

Cela a conduit à avancer l'hypothèse que les œstrogènes pourraient jouer, chez l'homme comme chez la femme, un rôle important dans :

- L'acquisition de la masse osseuse
- La régulation physiologique du métabolisme osseux

- Le maintien du capital osseux avec l'âge

Une fraction de testostérone pouvant être convertie en œstradiol par le biais d'une aromatase.

L'action des androgènes chez l'homme semble indirecte, une fraction de la testostérone étant transformée en œstrogènes qui freinent la résorption ostéoclastique. La carence progressive en testostérone observée chez l'homme au cours de la vie exerce donc indirectement son effet sur l'os par le biais d'un déficit en œstrogènes.

Cette carence se caractérise d'abord par une phase d'acquisition osseuse.

Évolution de la densité minérale osseuse

L'évolution de la densité minérale osseuse au cours de la vie chez l'homme et chez la femme montre :

- Une perte osseuse rapide chez la femme à la ménopause
- Une perte plus linéaire chez l'homme

Globalement, à 80 ans, la perte osseuse est de **25 à 30 % chez l'homme**, contre **40 à 50 % chez la femme**.

7 Croissance et développement osseux

Après une première phase de croissance osseuse rapide de la naissance à 4 ans, survient une seconde phase lors de la puberté, débutant et finissant plus tardivement chez les garçons que chez les filles.

Le capital osseux maximal, ou pic de masse osseuse, est atteint vers 20 ans dans les deux sexes. Son acquisition dépend de :

- Du terrain génétique
- De l'activité physique
- Des facteurs nutritionnels, notamment les apports en produits laitiers et en protéines

La croissance prépubertaire, qui conditionne largement la taille des pièces osseuses, est en moyenne plus lente de 2 ans chez l'homme.

Différences entre hommes et femmes à l'âge adulte

À l'âge adulte, au début de la troisième décennie, le capital osseux maximal est supérieur d'environ 30 % chez l'homme par rapport à la femme, principalement en raison de la plus grande taille des os.

Le diamètre des os longs et les surfaces vertébrales sont ainsi plus élevés de 20 à 25 %, contribuant à une résistance biomécanique accrue. En revanche, la densité osseuse mesurée par densitométrie en site vertébral trabéculaire est similaire dans les deux sexes.

Chez l'homme, il n'y a pas de perte osseuse rapide comme chez la femme, mais une perte linéaire de l'ordre de 3 % par décennie dans les vertèbres lombaires à partir de 40-45 ans, après l'arrêt de la sécrétion des œstrogènes.

Globalement, à 80 ans, la perte osseuse est de l'ordre de 25 à 30 % chez l'homme, bien inférieure à la diminution de 40 à 50 % enregistrée chez la femme.

8 Mesure de la densité minérale osseuse

Néanmoins, il est démontré que le risque fracturaire, chez l'homme comme chez la femme, est lié à la baisse de densité minérale osseuse, mesurable par absorptiométrie à rayons X.

La densité minérale peut être calculée à l'aide d'un **absorptiomètre bifotonique à rayons X**, soit en site lombaire, soit à l'extrémité supérieure du fémur. La mesure est rapide, reproductible et exacte.

9 Composition et fonctions de l'os

L'os se compose de deux secteurs :

- **Un secteur cortical** : quantitativement le plus important (80 % du poids du squelette), très représenté dans les diaphyses des os longs
- **Un secteur trabéculaire** : constitué de larges plaques et piliers anastomosés en réseau, caractéristique des corps vertébraux

L'acquisition et le maintien de la masse osseuse chez l'homme sont influencés non seulement par les androgènes, mais surtout par les œstrogènes. Ces hormones, comme d'autres hormones calciotropes engagées dans l'homéostasie osseuse et phosphocalcique, exercent ce contrôle via le remodelage osseux.

Celui-ci alterne au sein d'unités élémentaires : d'abord les ostéoclastes (phase de résorption osseuse), puis les ostéoblastes (phase d'ostéoformation). Dans une séquence couplée dans le temps et l'espace, la densité osseuse mesurée en site lombaire ou fémoral est un élément déterminant du risque fracturaire.

Parallèlement et indépendamment, la micro-architecture, notamment le degré de connectivité des travées, joue un rôle fondamental dans la résistance mécanique du squelette.

Structure des pièces osseuses spongieuses

Les pièces osseuses spongieuses sont constituées en partie d'os et de tissus osseux, avec :

- 60 % d'espace médullaire
- 25 % de tissu osseux
- 10 % de cartilage
- 5 % d'espace conjonctivo-vasculaire

Le tissu osseux, dérivé du tissu conjonctif, possède les mêmes caractéristiques avec une substance fondamentale contenant des fibres et des cellules. Il a une fonction mécanique extrêmement riche en éléments minéraux sous forme de cristaux de phosphate et de calcium, responsables de :

- La dureté du tissu osseux
- Sa résistance mécanique

Le tissu osseux protège également les organes vitaux de l'organisme, tels que :

- Le cœur
- Le cerveau
- Le foie
- Les reins

Sa fonction métabolique en fait un réservoir d'ions minéraux essentiels, dont :

- Le calcium
- Le phosphore
- Le magnésium

Si le tissu osseux perd du calcium, il devient fragile.

Types de cellules dans le tissu osseux

Il existe trois catégories de cellules dans le tissu osseux :

- Les ostéoblastes
- Les ostéoclastes
- Les ostéocytes