

Os à implanter et ostéo-intégration

F. Anagnostou

PLAN DU CHAPITRE

- Os à implanter 46
- Topologie et considérations cliniques du site édenté 49
- Concept de l'ostéo-intégration 51

Os à implanter

Aspects anatomohistologiques : différents types d'os

L'os des mâchoires est constitué des procès alvéolaires et de l'os basal (fig. 5.1). Il n'y a pas de limite entre les deux. Les procès alvéolaires se développent parallèlement à l'odontogenèse et à l'éruption des dents. Leur existence est étroitement

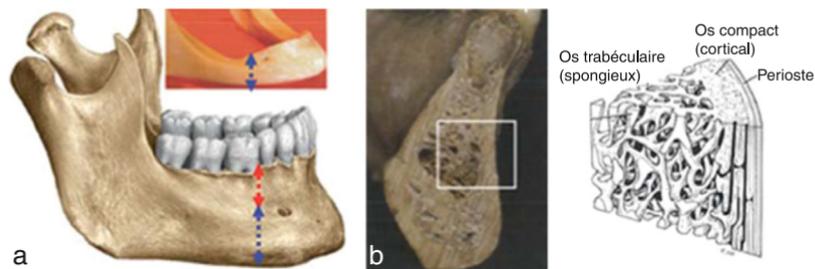


Fig. 5.1. Os mandibulaire : os basal et procès alvéolaires.

liée à la présence des dents. Ils sont constitués, entre deux corticales (externe et interne), d'os compact et d'os spongieux (*termes anatomiques*). L'os spongieux est un os lamellaire (*terme histologique*), formé par les trabécules (*os trabéculaire ; terme radiologique*) qui délimitent des espaces occupés par de la moelle et des vaisseaux.

Aspects cellulaires et moléculaires

Le tissu osseux est formé d'une fraction inorganique et d'une fraction organique.

Fraction inorganique

La fraction inorganique représente 70 % du poids de l'os. Elle est constituée d'un certain nombre d'ions, où prédominent essentiellement calcium et phosphate mais aussi magnésium, carbonate, sodium... La phase minérale est composée d'une apatite carbonatée.

Fraction organique

La fraction organique est composée de cellules et d'une matrice.

Cellules osseuses

On distingue les ostéoblastes et les cellules bordantes, des ostéocytes et des ostéoclastes (fig. 5.2).

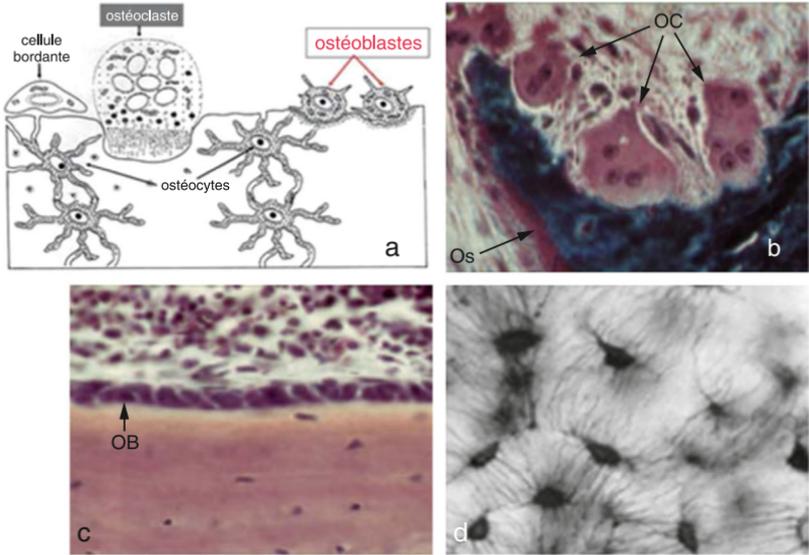


Fig. 5.2. Cellules du tissu osseux.
OB : ostéoblaste ; OC : ostéoclaste.

Ostéoblastes

Les ostéoblastes sont issus de la différenciation des cellules précurseurs mésenchymateuses du stroma de la moelle, du périoste ou encore des péricytes. Dans les espaces médullaires, les cellules du stroma créent un environnement de support au système hématopoïétique. Ces cellules se différencient en cellules ostéoprogénitrices déterminées et/ou inductibles, en fonction du micro-environnement. Les ostéoblastes produisent les constituants de la matrice organique du tissu osseux et les stimuli qui contrôlent la fonction des ostéoclastes. L'ostéoblaste, lorsqu'il est actif, est une cellule cyboïdale (20–30 µm de diamètre) avec un riche équipement en organites spécialisés dans la synthèse protéique. Les ostéoblastes sont riches en phosphatase alcaline, une enzyme qui est utilisée comme marqueur pour les identifier. Après maturation, les ostéoblastes deviennent *des cellules bordantes ou des ostéocytes*.

Cellules bordantes

Elles sont aplaties et bordent des surfaces osseuses inactives. Ces cellules entrent par la suite en apoptose. Leur fonction reste inconnue.

Ostéocytes

Les ostéocytes sont les cellules les plus nombreuses dans l'os. Ce sont des « ostéoblastes emmurés » dans la matrice minéralisée. Ils se caractérisent par la présence des expansions cytoplasmiques logées dans les canalicules qui les relient entre eux.

L'ostéocyte est considéré comme une cellule clé de l'homéostasie phosphocalcique et de la mécanotransduction. Au niveau moléculaire, la transmission des signaux mécaniques jusqu'au noyau cellulaire implique la participation des récepteurs aux intégrines.

Ostéoclastes

Ces cellules dérivent des cellules souches hématopoïétiques de la lignée monocytes-macrophages (*colony forming unit for macrophages* – CFU-M). Ce sont des cellules géantes polynucléées. Par l'intermédiaire des régions spécialisées de leur membrane, elles se fixent sur la surface osseuse à résorber. L'axe RANK/RANK-L est essentiel pour la régulation de la différenciation, la survie et l'activation des ostéoclastes et de leurs précurseurs.

Matrice osseuse

La composante organique de la matrice osseuse est constituée de collagènes (90 %) et d'éléments « non collagéniques ». Les constituants de la matrice sont synthétisés par les ostéoblastes. La composition varie d'un type osseux et d'un stade osseux à un autre. Elle est en remaniement, voire en évolution constante.

Collagènes

Le collagène de type I (d'environ 90 %) constitue le support de la minéralisation et assure l'élasticité et la résistance de l'os. Les autres types de collagènes (III, V, VII, XII) sont minoritaires.

Éléments non collagéniques de la matrice

Ce sont :

- les protéoglycans : molécules régulatrices de la mise en place et de la stabilité de la trame collagénique. Elles jouent un rôle dans le stockage matriciel des facteurs de croissance et des cytokines ;
- les SIBLING (*small, integrin binding N-linked glycoproteins*), dont l'ostéopontine et la sialoprotéine osseuse qui sont particulièrement concentrées dans les lignes cémentantes ;
- l'ostéocalcine, marqueur des ostéoblastes matures et de la formation osseuse ;
- la SPARC/ON (*secreted protein, acidic and rich in cysteins/ostéonectine*) impliquée dans la minéralisation grâce à son affinité pour le collagène de type I et l'hydroxyapatite ;
- les BMP (*bone morphogenetic proteins*) et d'autres facteurs de croissance dont le PDGF, les IGF-I et II et le FGF-2 ;
- les thrombospondines, dont la ténascine C.

Aspects physiologiques

L'os est en constant remodelage. Le remodelage, ou remaniement, résulte des activités de résorption et d'apposition osseuses, régulées par des facteurs systémiques et locaux. Il fait intervenir :

- un ensemble de cellules appelé BMU (*basic multicellular unit*) (fig. 5.3) ;
- les ostéoclastes qui fonctionnent seuls ;
- les ostéoblastes (cellules bordantes) et ostéocytes qui fonctionnent en association.

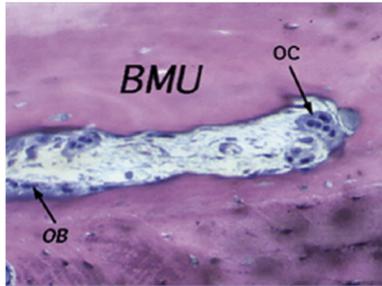


Fig. 5.3. Basic multicellular unit (BMU).
OB : ostéoblaste ; OC : ostéoclaste.

Le remodelage osseux est un phénomène cyclique où résorption et formation sont associées dans l'espace et dans le temps.

Le cycle du remodelage comprend quatre phases : activation, résorption, formation et quiescence. À la surface osseuse, les cellules bordantes sous l'influence des différents activateurs (mécanique ou hormonal) produisent des métalloprotéases qui dégradent la couche de collagène sur laquelle elles sont déposées et permettent aux ostéoclastes de venir se fixer et d'entamer la résorption. Dans les zones érodées des cellules d'origine imprécise se déposent (phase d'inversion). Puis les ostéoblastes se différencient localement, synthétisent et élaborent une nouvelle matrice. Chaque cycle du remaniement se produit en des foyers distincts qui fonctionnent de façon asynchrone. Le produit final du cycle de remodelage est le *bone structural unit* qui correspond aux ostéons dans l'os cortical et aux structures semi-lunaires séparées par des lignes cémentantes dans l'os trabéculaire. Un cycle de remaniement dure, chez l'homme, 4 mois.

Topologie et considérations cliniques du site édenté

L'avulsion dentaire induit des modifications tissulaires importantes à l'intérieur et à l'extérieur de l'alvéole. Les procès alvéolaires sont particulièrement fragiles et labiles. À la suite de l'avulsion, le processus de modelage/remodelage aboutit à leur résorption. Cette résorption est expliquée en partie par l'absence de contraintes physiques liée à l'absence de fonction. En particulier :

- la résorption de la paroi vestibulaire est plus prononcée que celle de la paroi linguale ;

- le centre de la crête, suite au remodelage, se déplace en palatin et en lingual ;
- le sommet de la corticale vestibulaire est systématiquement situé plus apicalement que le sommet de la corticale linguale ;
- la quantité de la perte osseuse a été évaluée à 30 % à 3 mois postavulsionnels et à 50 % à 6 mois postavulsionnels.

En général, l'os vestibulaire est mince, tandis que l'os lingual est plutôt épais. Entre les deux corticales, l'os spongieux est constitué d'un os lamellaire. Généralement, les sites édentés contiennent plus d'os spongieux au maxillaire qu'à la mandibule. À la suite de l'avulsion dentaire, dans certains cas extrêmes, la totalité du procès alvéolaire peut être perdue. Dans ce cas, seul l'os basal persiste à la base du site.

Classification de l'os résiduel. Lekholm et Zarb (1985) ont classé l'os résiduel du site édenté en fonction du volume en cinq groupes :

- dans les groupes A et B, il reste de l'os du procès alvéolaire ;
- tandis que dans les groupes C, D et E, il n'en reste qu'une faible quantité (fig. 5.4a).

Ces auteurs ont aussi classé l'os résiduel du site édenté en quatre classes en fonction de la « qualité osseuse » :

- classe 1 : l'os résiduel est constitué presque en totalité de l'os compact ;
- classe 2 : l'os cortical est épais et le volume de l'os spongieux est faible ;
- classe 3 : l'os cortical est fin et l'os spongieux à trabéculations est dense ;
- classe 4 : l'os cortical est fin tandis que l'os spongieux est plus important (fig. 5.4b).

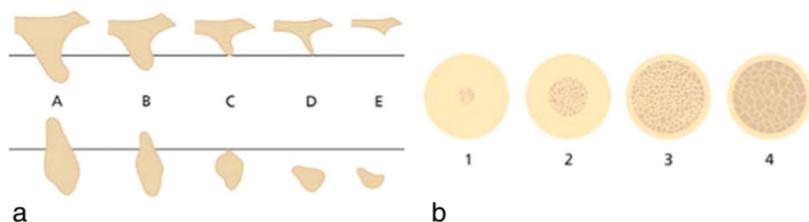


Fig. 5.4. Classification de l'os résiduel en fonction du volume osseux (a) et de la qualité osseuse (b).

Le site édenté cicatrisé est recouvert d'une muqueuse masticatoire d'une épaisseur de 2 à 3 mm. Histologiquement, elle est constituée d'un tissu conjonctif (lamina propria) et d'un épithélium stratifié. Le tissu conjonctif est riche en fibroblastes et dense en fibres de collagène organisées en faisceaux. La muqueuse adhère à l'os avec le périoste. Le site édenté peut être recouvert d'une muqueuse kératinisée ou non, selon l'étendue de la résorption osseuse :

- le biotype gingival ;
- la localisation mandibulaire ou maxillaire ;
- la localisation dans l'arcade (secteur antérieur ou postérieur) ;

- la localisation de la ligne mucogingivale ;
- la profondeur du vestibule.

Concept de l'ostéo-intégration

L'ostéo-intégration est un concept apporté par Brånemark (1969), appuyé par des recherches fondamentales et des études cliniques ayant maintenant plus de 40 ans de recul.

Définitions

L'ostéo-intégration a été défini comme :

- la « connexion structurelle et fonctionnelle directe entre un os vivant et remanié et la surface d'un implant supportant une charge » (Brånemark *et al.*, 1969) ;
- le « processus par lequel est obtenue une connexion rigide et cliniquement asymptomatique entre un matériau inerte et l'os. Cette connexion est maintenue sous une charge fonctionnelle » (Zarb et Albrektsson, 1991).

Cliniquement, l'ostéo-intégration se traduit par la stabilité et l'ankylose de l'implant dans l'os. Du point de vue biomécanique, un implant est dit ostéo-intégré quand il est stable, sans aucun mouvement entre l'implant et l'os environnant. Radiologiquement, la surface implantaire est en contact direct avec l'os (fig. 5.5).

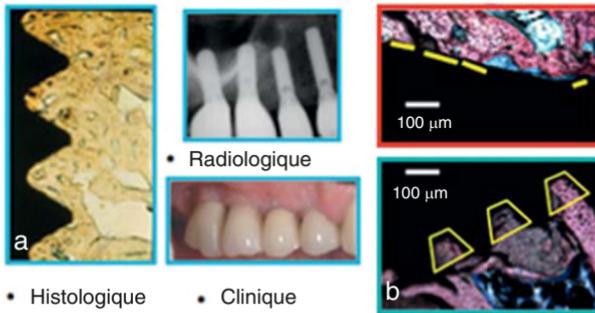


Fig. 5.5. Contact os-implant.

a. Aspect histologique et radiologique du contact os-implant. b. Contact os-implant.

En histologie, le terme d'ostéo-intégration se réfère à l'absence de tissu fibreux à l'interface os-implant. Au niveau microscopique, l'os néoformé est en contact direct avec la surface implantaire mais le contact direct os-implant n'est pas continu (voir fig. 5.5). Le pourcentage du contact os-implant varie :

- d'un site à l'autre autour du même implant ;
- d'un implant à l'autre chez le même patient ;

