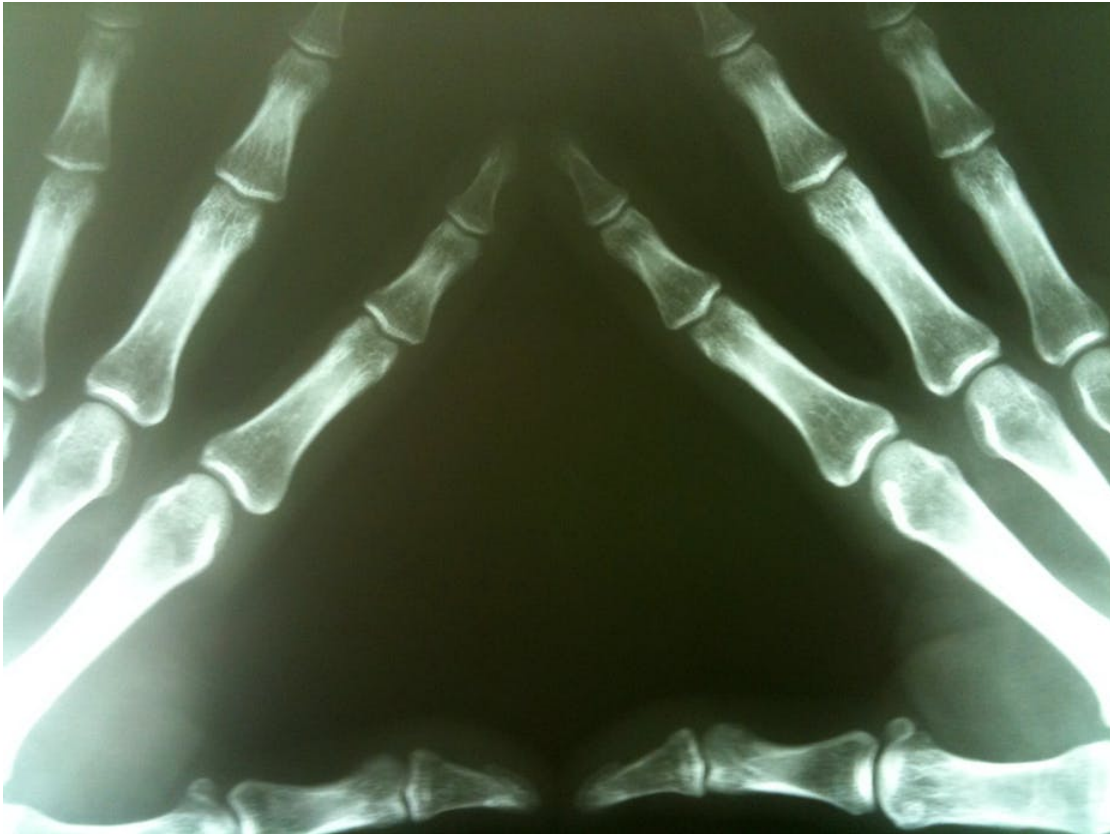


Des os intelligents - La complexité cachée de votre squelette



Vos os sont plus futés et plus complexes que vous pourriez le croire.

Vos os sont ingénieux. Bien que solides, ils sont légers, et ils se réparent eux-mêmes lorsqu'ils cassent. Qui plus est – bien que vous ne puissiez le constater – vos os se renouvellent continuellement, remplaçant le vieil os par du nouvel os.

Il ne s'agit pas là d'un phénomène unique. D'autres tissus et cellules (la peau étant le phénomène le plus visible) se reconstituent d'eux-mêmes. Toutefois, les os le font de façon adaptable, s'ajustant en réponse aux besoins mécaniques et physiologiques du corps.

Comment le squelette arrive-t-il à faire une chose aussi remarquable?

Les nouvelles technologies d'imagerie révèlent un aspect de l'os auparavant sous-estimé : le réseau cellulaire vivant qui travaille au plus profond de l'os. Ce réseau vivant est constitué de la cellule la plus abondante dans l'os : le remarquable ostéocyte.

Les ostéocytes (littéralement : cellules osseuses) sont enfouis vivants dans le tissu osseux de l'os dès que de la matière osseuse se forme. Ils développent de longues ramifications dendritiques qui ressemblent à des branches et qui s'infiltrant dans le tissu, se pratiquant un chemin pour arriver à s'interconnecter les uns avec les autres.

Comme les ostéocytes vivent dans l'os qui est dur comme de la roche, ils ont jusqu'à maintenant été difficiles à étudier. On a longtemps cru qu'ils étaient inactifs et peu intéressants. **On sait désormais qu'ils captent les sollicitations mécaniques**, orchestrent le renouvellement du tissu osseux et régulent le taux de calcium dans la circulation sanguine.

Presque aussi complexe que le cerveau

Au fur et à mesure qu'un plus grand nombre de chercheurs étudient ces cellules et leur réseau, un portrait de plus en plus détaillé émerge. Les ostéocytes sont manifestement nombreux et étroitement interconnectés (voir la photo ci-dessous), mais jusqu'à maintenant on ne les avait jamais comptés avec précision. L'exercice en vaut toutefois la peine.

En biologie, les chiffres nous aident à dégager de nouvelles perspectives, à tel point que les chercheurs ont établi une base de données des nombreuses données biologiques quantifiées (BioNumbers), sur de nombreuses espèces, recueillies à même la documentation scientifique et ont rédigé un guide d'utilisation de ces données.

Par exemple, on estime à 150 trillions le nombre de synapses dans le réseau neural du cortex de l'être humain. Un projet de science grand public mené par l'institut MIT et regroupant 120 000 joueurs en ligne a déjà aidé à comprendre comment le cerveau voit le mouvement, grâce à l'établissement d'une cartographie de ces connexions, dans le cadre d'un projet appelé EyeWire.

Mais pourquoi s'intéresser au nombre d'ostéocytes? Parce qu'en plus de contrôler la force des os et de libérer des minéraux vitaux tels que le calcium et le phosphate dans la circulation sanguine, il est maintenant prouvé que ces cellules pourraient influencer la façon de travailler de notre système immunitaire, la teneur en graisse de notre corps, la façon de travailler de nos reins et même la fertilité chez les hommes.

Ainsi, pour saisir l'ampleur du réseau d'ostéocytes, nous avons commencé par le quantifier dans le squelette humain. Ce que nous avons trouvé a carrément dépassé nos attentes. Il s'avère que, dans notre squelette, vit un réseau qui est presque aussi complexe que le réseau neural de notre cerveau.



Les ostéocytes et leurs ramifications dendritiques forment un réseau dans l'os.
Kevin Mackenzie, University of Aberdeen, Wellcome Images (B0008430),

Que disent les chiffres?

Nous avons pris des données d'imagerie récentes et nous avons calculé que le squelette humain renferme environ 42 milliards d'ostéocytes. Cela équivaut à environ six fois la population mondiale. En comparaison, le cerveau humain contient 86 milliards de neurones rassemblés dans un volume (env. 1,2 litre) comparable à celui du squelette (env. 1,75 litre), quoique, bien sûr, le squelette occupe une surface plus étalée.

Lorsque nous avons fait l'addition de la longueur de toutes ces petites ramifications de cellules, en imaginant qu'elles étaient placées bout à bout, nous avons découvert que ce réseau a une longueur d'environ 175 000 kilomètres. Cela équivaut à plus de quatre fois la circonférence de la Terre et à la presque totalité de la longueur des axones dans le cerveau, c'est-à-dire 180 000 km.

Nous avons fondé de nombreuses estimations sur des manipulations d'algèbre simples de données publiées antérieurement. Mais il a été difficile d'estimer un élément essentiel d'information, c'est-à-dire le nombre de connexions que les ostéocytes font avec leurs voisins. Un cerveau sans connexions ne peut rien faire; il est donc important d'évaluer le nombre de connexions dans le réseau d'ostéocytes.

Malheureusement, il est difficile de voir directement les connexions entre les ostéocytes. Ce qu'on voit ce sont plutôt les petits tunnels pratiqués dans l'os, dans lesquels vivent les ostéocytes et leurs ramifications.

Ainsi, pour mesurer ce réseau de tunnels mandataire et le réseau de cellules qu'il abrite, nous avons eu recours à un modèle mathématique de ramification dendritique. Nous avons alimenté ce modèle de données sur le réseau

mandataire et calculé que le réseau d'ostéocytes du corps humain renferme 23 trillions de connexions.

Un biomatériau intelligent et évolué

Ainsi, si on se fonde sur ces mesures, notre squelette ressemble beaucoup à notre cerveau, car il renferme une quantité semblable de cellules interconnectées, dans un espace aux dimensions similaires. Mais pourquoi notre squelette a-t-il besoin d'un réseau aussi complexe? Nous n'en connaissons pas précisément la raison, mais nous savons que ces cellules échangent de l'information, tout comme le font les neurones.

Les tunnels occupés par les ostéocytes sont encore visibles dans de vieux os, y compris les fossiles de dinosaures. Nous pouvons utiliser cette information pour comprendre comment les os ont évolué pour devenir le biomatériau auto-décelant et auto-régulateur qui est aujourd'hui le nôtre. Voilà quelque chose que nous ne pouvons pas faire avec des cerveaux fossilisés.

Les ostéocytes communiquent entre eux au sujet d'emplacements fragiles de l'os qui ont besoin d'être renforcés ou au sujet de dommages qui ont besoin d'être réparés. Ces messages sont transmis aux cellules à la surface de l'os, qui sont capables d'éliminer l'os endommagé (ostéoclastes) et de former du nouvel os (ostéoblastes).

Nous en savons très peu sur la façon dont communiquent ces cellules. Mais si nous le savions, nous pourrions mettre sur pied de nouveaux traitements pour les troubles osseux tels que l'ostéoporose ou l'ostéogénèse imparfaite et trouver une solution pour réintégrer plus rapidement les joueurs à leur équipe après une fracture et pour que ceux-ci puissent jouer de façon sécuritaire.

Entre-temps, la prochaine fois que vous vous mettez debout, que vous ferez une promenade ou que vous soulèverez des poids, pensez à la façon dont le réseau d'ostéocytes dans vos os répond aux tensions et aux contraintes auxquelles vous les soumettez. Et remerciez vos ostéocytes de garder votre squelette fort (et intelligent), pour que celui-ci puisse vous soutenir.

Traduit de l'article anglais *Brain y bones* de Michael Dorausch, par Janine Béchard