

Colle de verre

Les verres bioactifs soudent les prothèses orthopédiques à l'os.

Aujourd'hui, la population vieillit, et l'«épidémie» de fractures du col du fémur est devenue un problème de santé publique. Une intervention chirurgicale sur une personne âgée, notamment la pose d'une prothèse de titane, est souvent accompagnée d'un cortège de complications. Toute amélioration des prothèses renforce le confort des personnes ayant une fracture : les bioverres accéléreraient la soudure de la prothèse à l'os.

Aujourd'hui, la majorité des prothèses orthopédiques sont composées d'alliages de titane. Ils sont biocompatibles, c'est-à-dire qu'ils sont bien tolérés par l'organisme et déclenchent peu de mécanismes de rejet. En revanche, comme ils adhèrent souvent mal à l'os, on les recouvre d'apatite, le constituant principal des os. Toutefois, ces revêtements se fixent mal aux prothèses et la soudure avec l'os s'établit lentement. La prothèse risque de se déplacer au cours des premières semaines après son implantation dans l'os, ce qui engendre parfois des frottements, à l'origine d'inflammations.

Les verres bioactifs (à base de silice et d'oxydes de sodium, de calcium, de potassium et de phosphore) pourraient remplacer les revêtements d'apatite, car ils s'intègrent vite à l'os, comme le montrent les expériences menées par Édouard Jallot et son équipe du Laboratoire de microscopie électronique à l'Université de Reims. Souvent perçus comme des matériaux inertes, les verres bioactifs établissent des liaisons chimiques, notamment avec les os.

Le verre bioactif, réduit en poudre, est projeté à haute température sur de petits cylindres de titane. La couche déposée ne dépasse pas 80 micromètres d'épaisseur. Ces cylindres ont été implantés dans des fémurs de mouton. Dès la mise en contact avec l'os, les éléments du bioverre commencent à migrer. L'os est en perpétuel remaniement, c'est-à-dire qu'une fraction est en résorption pendant que de l'os neuf se construit. Il est poreux pour laisser circuler les fluides biologiques, notamment le sang, qui alimentent l'os. On constate que, peu à peu, la matrice du bioverre se délite et se transforme en un gel. À sa périphérie, se forme une couche de silicium qui entraîne l'apparition de gradients de concentration dans le verre. Ils favorisent la diffusion du calcium et du phosphore du verre vers l'os. L'interface entre le bioverre et l'os finit par être saturée en calcium et en phosphore, de sorte que le produit de solubilité de ces ions étant



Le bioverre (en haut) favorise la formation d'une couche d'apatite (plus claire, au centre), ciment provisoire avec l'os (en foncé).

atteint, des réactions de précipitation se produisent : des grains sphériques riches en calcium et en phosphore apparaissent, et le rapport de leurs concentrations est proche de celui de l'apatite naturelle. Les grains grossissent, fusionnent et finissent par former une couche d'apatite, ciment entre l'os et le verre. Ensuite, l'os produit suffisamment d'apatite pour se souder à l'implant métallique. Six mois plus tard, la couche-ciment disparaît, laissant l'implant bien en place.

Ainsi, un revêtement en verre bioactif sert de soudure entre les prothèses et l'os, grâce à la formation spontanée à l'interface d'une couche d'apatite. Les premiers essais sur le mouton sont concluants. Reste à tester la méthode sur l'homme, où plutôt sur la femme, la principale victime des fractures du col du fémur.

Michel-Ange, maître d'anatomie

Une femme sculptée par l'artiste de la renaissance avait un cancer du sein.

Un visiteur de la chapelle des Médicis, dans l'église San Lorenzo, à Florence, admirera sans doute la beauté de *La nuit*, une sculpture allégorique en marbre de Michel-Ange (1475–1564) qui a son pendant dans la même chapelle, *L'aube*, mais il négligera un détail que seul un médecin remarquera. À l'instar de James Stark, du Centre de cancérologie de Portsmouth et Jonathan Katz Nelson, de l'Université de New York, ce médecin ne manquerait pas de noter une étrange anomalie sur le sein gauche de la femme sculptée, indiquant qu'elle souffrait d'un cancer du sein.

Plus précisément, le sein sculpté a trois anomalies. La plus évidente est une proéminence à droite du mamelon. Par

ailleurs, l'aréole (la zone pigmentée qui entoure le mamelon) est légèrement enflée, ce qui traduit une inflammation. Cependant, ces deux symptômes pourraient être le signe d'une tumeur bénigne ou d'un abcès d'une femme qui allaite son enfant.

En revanche, à côté du mamelon, la peau s'est rétractée. Cette rétraction cutanée atteste plus sûrement d'un cancer : elle est due à une désorganisation de l'architecture du sein composé de cellules glandulaires et graisseuses que les cellules tumorales attirent. Ces trois symptômes caractérisent une tumeur située au niveau du mamelon. Les cellules devenues cancéreuses étaient soit celles du mamelon lui-même, soit celles de ganglions lymphatiques sous-jacents.

Aujourd'hui, les cancérologues confirment les présomptions par un examen mammographique et par l'observation au microscope de quelques cellules prélevées au cours d'une biopsie.

Ces anomalies sont-elles des erreurs du sculpteur ? Traduisent-elles une œuvre inachevée ? Selon les deux médecins qui les ont remarquées, Michel-Ange a sans doute fidèlement

reproduit un modèle qui avait un cancer du sein. Au XVI^e siècle, les médecins connaissaient ce type de pathologie, précisément décrit dans les ouvrages des médecins de l'Antiquité, tels Hippocrate et Galien, et du Moyen Âge, tel Avicenne.



La nuit, œuvre allégorique de Michel-Ange, est représentée par une femme dont le modèle avait un cancer du sein gauche : en témoignent une grosseur du sein, une aréole déformée et la peau rétractée à proximité.

Détection des amibes pathogènes

Les amibes pathogènes provoquent des intoxications alimentaires graves chez les amateurs de coquillage. Elles seront bientôt détectées en quelques heures, grâce à une technique mise au point par les chercheurs de l'observatoire océanographique de Banyuls-sur-Mer et de la Société *Chemunex*. D'abord marquée avec un anticorps fluorescent, spécifique des amibes, la solution à analyser est filtrée sur une membrane. Le faisceau d'un laser à argon déclenche la fluorescence de la solution, lorsque des amibes sont présentes. La méthode révèle la présence ou l'absence d'amibes en quatre heures, tandis que les méthodes classiques de cultures des micro-organismes nécessitent plusieurs jours.

Albatros instrumentés

Un albatros en vol dépense si peu d'énergie, qu'il parvient, en une saison, à parcourir jusqu'à 150 000 kilomètres. Ces résultats ont été obtenus au centre d'études du CNRS de Chizé. Grâce à des mesures en laboratoire, les biologistes ont montré que la fréquence cardiaque de l'oiseau est directement liée à sa dépense énergétique. Puis, ils ont «équipé» plusieurs oiseaux partant en mer d'un enregistreur de fréquence cardiaque, d'une balise Argos et d'un enregistreur d'activité (l'ensemble du dispositif n'excédait pas 80 grammes). Ils ont ainsi relié la dépense énergétique instantanée des oiseaux à leur activité et aux paramètres météorologiques (la vitesse du vent et la température de l'eau). Le rapport de la dépense énergétique de l'oiseau en activité et de son activité au repos est le plus faible connu.



fréquence cardiaque, d'une balise Argos et d'un enregistreur d'activité (l'ensemble du dispositif n'excédait pas 80 grammes). Ils ont ainsi relié la dépense énergétique instantanée des oiseaux à leur activité et aux paramètres météorologiques (la vitesse du vent et la température de l'eau). Le rapport de la dépense énergétique de l'oiseau en activité et de son activité au repos est le plus faible connu.

Plaidoyer pour les avocats

Des biologistes japonais ont découvert que l'avocat contient des substances qui minimisent certaines lésions du foie. On a déclenché des lésions chez le rat au moyen d'une toxine hépatique. Ces lésions ressemblent à celles dues à une hépatite virale. Afin d'évaluer l'activité de divers aliments sur ces lésions, on a nourri les rats avec 22 types de fruits différents et l'on a constaté que l'activité de l'avocat l'emporte. L'avocat contient des acides gras monoinsaturés qui abaissent la concentration en cholestérol ; il est riche en vitamines, en fibres, en potassium... Une nouvelle vertu s'ajoutera-t-elle à la liste?

Les tiques du python

Des parasites, indicateurs de la maturité sexuelle.

Le succès reproducteur d'un animal se mesure à l'aune de l'efficacité avec laquelle il transmet ses gènes aux générations futures ; il est généralement interprété comme le nombre total de descendants qu'il aura tout au long de sa vie sexuelle, lesquels se reproduiront à leur tour. Selon la théorie de la sélection naturelle, chacun tente d'optimiser son succès reproducteur et adopte, pour ce faire, une grande variété de stratégies reproductrices. Pour certaines espèces, il est plus efficace en termes de succès reproducteur de produire peu de jeunes de «très bonne qualité», tandis que pour d'autres, le salut passe par un nombre important de descendants (jusqu'à plusieurs millions) de petite taille. Quantité et qualité des nouveau-nés constituent deux déterminants du succès reproducteur, dont nous avons percé quelques secrets chez le python royal.

Les déterminants du succès reproducteur ont été étudiés pour plusieurs espèces de serpents. On sait que les mâles doivent, à la saison des accouplements, parcourir la plus grande surface possible de leur habitat à la recherche de femelles, afin d'en féconder le maximum. Toutefois, pour évaluer le succès reproducteur, on doit connaître la période d'activité sexuelle d'un animal et, notamment, sa taille qui détermine souvent la maturité sexuelle et qui, par conséquent, est en partie liée à l'âge des animaux. Nous voulions faire cette étude sur le python royal (*Python regius*), au Togo. Toutefois, la biologie de cette espèce étant mal connue, nous ne savions comment déterminer l'âge de la maturité sexuelle chez les mâles. Pour les femelles ovipares de ces serpents, on estime qu'elle atteigne leur maturité sexuelle lors de la première ponte, c'est-à-dire en moyenne



La quantité de tiques (ci-dessus) présentes sur la peau des pythons royaux mâles (en haut à droite) est un marqueur de leur maturité sexuelle.



lorsqu'elles mesurent 102 centimètres. Quand on ne peut pas observer directement une parade amoureuse ou un accouplement, on ne peut déterminer la taille des mâles qui ont atteint leur maturité sexuelle et chez qui les caractères sexuels secondaires sont très discrets, voire absents.

La solution était dans les tiques... Les serpents ne sont pas épargnés par les parasites, et il n'est pas rare de trouver quantité de tiques dans les replis de leur peau. Nous avons découvert que si tous les pythons, quels que soient leur âge et leur sexe, sont parasités par des tiques, les mâles le sont davantage que les femelles. Nous pensions que plus un python est long, plus il devrait être parasité, la surface offerte étant supérieure. Or chez les femelles, il n'en est rien : la taille n'influe pas sur le nombre de tiques qu'elles portent. Inversement, chez les mâles, le nombre de tiques accrochées est directement proportionnel à la taille. Pourquoi cette différence ? Les pythons mâles utilisent les mêmes niches écologiques et les mêmes terriers que les femelles et consomment les mêmes proies. Nous avons alors émis l'hypothèse que cette différence était fondée sur... le succès reproducteur.

C'est vraisemblablement au cours de leurs voyages à travers la savane africaine, à la recherche de femelles à féconder, que les pythons mâles, davantage exposés, sont parasités. Au contraire, comme chez de nombreux serpents, les femelles de pythons se contentent d'attendre les mâles, lors de la saison des accouplements, à l'abri dans un terrier ; elles y pondront leurs œufs et les couvriront durant plusieurs mois. Le nombre de tiques est proportionnel à la taille des mâles, car les plus grands se déplacent vite et parcourent de grandes distances, dépistant davantage de femelles, mais aussi s'exposant à plus de parasites.

Une fois que nous avons compris que le nombre de tiques révèle la maturité sexuelle des mâles, nous avons dénombré les tiques en fonction de la taille des pythons et découvert que leur nombre augmente notablement à partir de 80 centimètres. Une précision sur la biologie de cette espèce encore mal décrite.

Fabien AUBRET et Xavier BONNET
CECB - CNRS