

L'OS : UN FASCIA SOLIDE, UN BIOMATÉRIAU INTERPELLANT

Souvent considéré comme un matériau inerte, l'os est au contraire un élément dynamique de l'architecture corporelle.



Morphogénèse osseuse : empreintes des circonvolutions cérébrales et des vaisseaux dure-mériens qui ont « sculpté » l'endocrâne.

Cet article a pour objectif de nous familiariser avec l'os, fascia solide, aux ressources insoupçonnées et de mettre l'accent sur ses liens physiques avec les fascias souples du corps et leurs déploiements architecturaux corrélés avec la posture, le tout revisité à la lumière de données scientifiques actuelles.

Les os, pièces maîtresses des ensembles ostéo-myofasciaux

À l'origine de l'ostéopathie et de la fasciathérapie, A. T. Still (1828-1917) questionnait l'os, son organisation tissulaire et spatiale, lui attribuant des relations fondamentales

avec la santé et la vie.

Rejoignant les conceptions actuelles mises en place par les travaux de J.-C. Guimberteau, les ostéopathes et les fasciathérapeutes s'accordent sur le fait que le fascia est non seulement le système fondamental qui enveloppe et divise mais aussi celui qui génère les muscles, les organes creux et pleins auxquels il est intimement associé.

Les os (fascias solides), muscles et fascias souples, tous originaires du mésoblaste embryonnaire, se différencient et trouvent une association structurelle et fonctionnelle permise par le synchronisme spatio-temporel de leur développement. Les grands ensembles ostéo-myofasciaux

(OMF) qui en résultent matérialisent physiquement la notion de globalité à laquelle nos pratiques s'adressent (tournant le dos à une vision segmentaire du corps où la résolution d'un problème fonctionnel se situerait à l'étage de la plainte du patient).

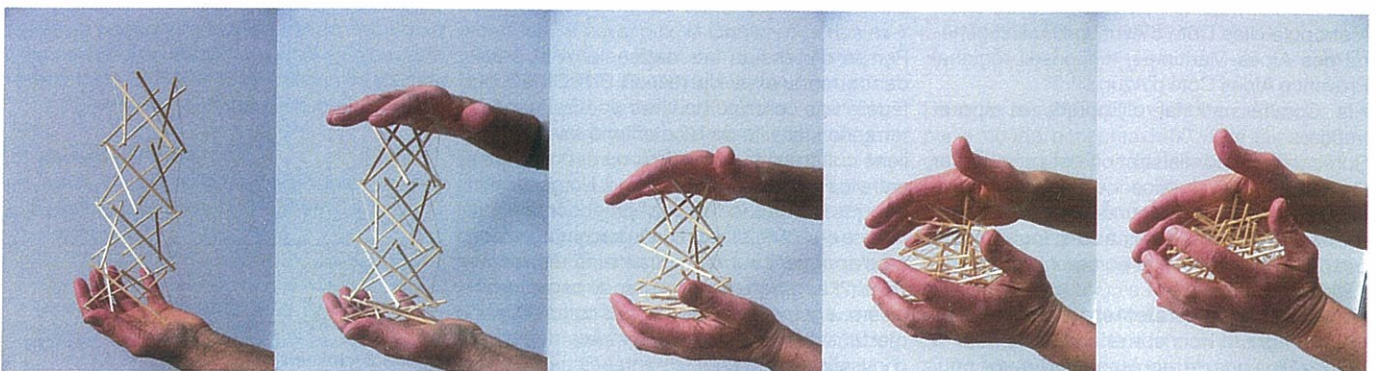
Participant aux mobilités corporelles intrinsèques (coordination motrice, respirations), dont émergent des formes qui se déploient dans toutes les directions (spiraales, ellipsoïdes, lemniscates), les mains exercées des ostéopathes, fasciathérapeutes accompagnent, repèrent et libèrent les mobilités fasciales en voie de restriction.

Dans la globalité ostéo-myofasciale, l'os occupe la place particulière de fascia solide dans

lequel s'ancrent les fascias mous selon un continuum tensionnel multidirectionnel, en prise directe avec l'ensemble des répartitions fasciales de nos systèmes. Ainsi, l'os aura à la fois le rôle de témoin et d'acteur puissant pour les mains de celles et ceux qui l'utilisent pour leurs pratiques, soit comme poignées soit comme volant soit comme plaque de répartition de pressions directionnelles.

L'origine de la matière osseuse

Les os sont des émergences fasciales solides issues de contraintes physiques successives, que S. Paoletti qualifie « d'icebergs qui flottent sur la mer fasciale ».



Les pressions liquidiennes, amniotiques et viscérales maternelles subies *in utero* génèrent une succession de multiplications, différenciations, migrations cellulaires. La matière souple du mésoblaste se déploie progressivement en plaques de cartilage, puis en plaques solides d'os qui se distribuent longitudinalement dans une relation étroite avec les vaisseaux et les nerfs. Parallèlement les masses musculo-aponévrotiques étroitement intriquées se différencient et accompagnent ce déploiement spatial (au cours duquel les vaisseaux et les nerfs jouent un rôle important).

Dès la 5^e semaine du développement, du fait de l'allongement de l'embryon et selon le programme génétique de l'apoptose (mort cellulaire programmée), les plaques solides d'os se creusent de microscopiques espaces de résorption tissulaire. Progressivement ces espaces confluent, dessinant de macroscopiques discontinuités de matière qui définissent les espaces articulaires.

Selon les types d'articulations, diarthroses (épaule), amphiarthroses (disques intervertébraux) ou synarthroses (sutures des os du crâne), ce sont respectivement les ligaments, les capsules, les fibro-cartilages et du tissu conjonctif fibreux qui plongent leurs fibres de collagène

dans l'os, unissant entre elles les pièces osseuses articulaires, dans une tension commune continue.

Ses tissus, sa matière

L'os est un organe dans lequel sont associés fonctionnellement et biologiquement différents tissus interdépendants : moelle osseuse (60 %), tissus osseux compact, spongieux, périostique et endostique (20 %), périoste (10 %), espaces vasculaires (5 %), cartilage articulaire (1 à 2 %).

L'organité de l'os est associée à la notion de contenant-contenu :

- les contenants se matérialisent par les densifications tissulaires superficielles et profondes que sont les tissus osseux périostiques et endostiques ;
- le contenu (tissu osseux compact ou tissu osseux spongieux) est expansible, en raison de sa riche vascularisation et de l'accumulation des forces qui le traversent. Une fracture est un véritable éclatement du biomatériau-os et une multitude de spicules osseux témoignent, au niveau du trait de fracture, des forces expansées.

La matière osseuse est constituée par l'ensemble des tissus solides situés entre le périoste et l'endoste. Elle se déploie de manière continue depuis la surface jusqu'à la profondeur de l'os tandis que sa densité, sa texture, son

L'ostéo éveil

L'ostéo éveil® est une pratique corporelle introspective créée par l'auteur, qui s'inspire de connaissances scientifiques en ostéopathie, histologie, embryologie, bioénergie et en biotenségrité.

Cette pratique s'applique d'une part, à la conscientisation des qualités physiques (texture et organisation spatiale) des matériaux biologiques, en particulier de l'os dans les ensembles ostéo-myo-fasciaux (OMF) et, d'autre part, à l'appréciation et à la relance de l'élasticité dans ces ensembles. En découlent de nombreuses applications préventives et créatives.

www.osteo-eveil.fr

organisation spatiale varient (tissus osseux périostique, compact ou spongieux). C'est dans la matière solide du tissu osseux périostique que s'ancre le périoste (tissu nourricier de l'os) et tous les fascias souples (les méso-suspendeurs des viscères, les muscles et leurs aponévroses); quant aux tendons et aux ligaments, ils s'accrochent fréquemment dans les proéminences osseuses dont le relief se modifie selon les sollicitations mécaniques auxquelles elles sont soumises. Le lien fascia dur-fascia mou est très solide et certaines ruptures tendineuses s'accompagnent d'arrachement de matière osseuse.

« Le réveil osseux » est un temps incontournable des pratiques introspectives de l'ostéo éveil (encadré 1) : véritable cartographie des proéminences osseuses effectuée par pression et par percussion, cette pratique a les vertus sécurisantes

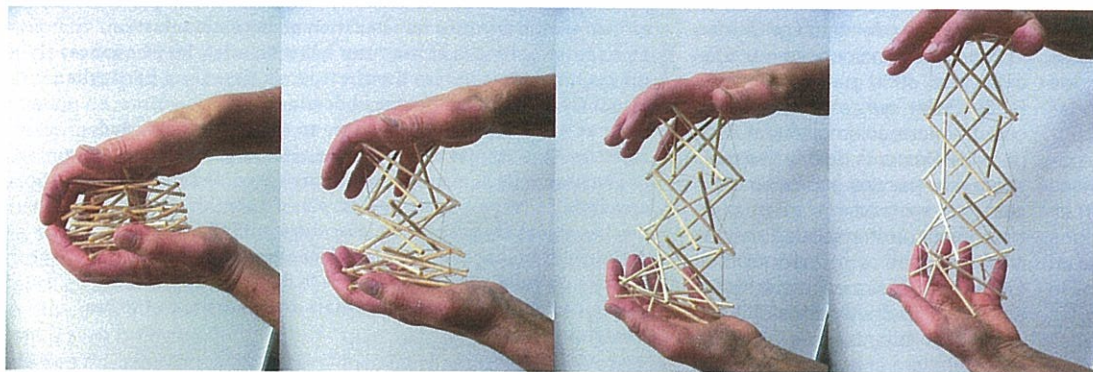
de préciser les mobilités et de renforcer la présence à soi-même.

Les propriétés physiques de la matière osseuse

La dureté de l'os est corrélée avec la présence des cristaux d'hydroxy-apatite. Ceux-ci constituent la fraction minérale qui persiste après la mort et se matérialise par le squelette.

L'élasticité correspond à un état physique de disponibilité permettant d'absorber les contraintes et de les restituer.

La viscoélasticité est corrélée avec la présence de fibres de collagène et d'eau : d'une part, l'eau est liée aux glyco-amino-glycanes de la matrice, d'autre part, les molécules d'eau s'associent aux cristaux d'hydroxy-apatite par des liens dynamiques réversibles (coque d'hydratation) où s'opèrent de constants mouvements ioniques; le calcium



Tenségrité : modèle de G. Scarr spiralant alternativement en compression et en expansion de manière élastique, libérant une énergie cinétique à faible coût.

Sciences et techniques

BIOLOGIE HUMAINE

des cristaux pouvant ainsi recirculer vers le sang en fonction des besoins de l'organisme.

La rigidité de l'os provient des fibres de collagène orientées (95 % de la fraction organique de l'os) qui, ainsi que les barres du béton armé, le renforcent et lui procurent son élasticité limitée.

La porosité à l'eau, aux métabolites des vaisseaux et aux cellules sanguines élaborées par la moelle osseuse, confère à l'os une grande capacité d'échanges tissulaires et cellulaires.

Remodelage et morphogénèse

Le remodelage de l'os est un processus constant, repérable à l'échelle cellulaire, tissulaire et organique. L'organe-os présente une forme globale prédéterminée qu'il conserve depuis la naissance jusqu'à la mort, ceci par un jeu combiné d'appositions et de résorptions. Cinq mois sont nécessaires pour renouveler un os long et sept ans pour renouveler le squelette entier.

La morphogénèse et les facteurs mécaniques modèlent l'os. L'observation de la matière de l'endocrâne montre les empreintes des circonvolutions cérébrales et des vaisseaux dure-mériens qui y sont sculptés (photos p. 24 en haut).

Après la naissance, de multiples facteurs mécaniques dynamiques, pressionnels tensionnels interagissent avec la forme des os et la distribution des lignes de force intra-osseuses. À l'étage céphalique, les grandes fonctions de déglutition, phonation, mastication, respiration, interfèrent sur le déploiement spatial plus ou moins harmonieux des os. Quant à l'équilibre des forces confluent vers les articulations temporo-mandibulaires, il joue un important rôle dans l'adaptabilité posturale. Enfin, les pressions, les tractions modérées et rythmiques stimulent l'ostéogénèse dans la

matière osseuse.

Dans le domaine des activités physiques, on observe que les impacts au sol répétés et de courte durée seraient plus structurants pour l'os que la pratique d'activités en suspension; la marche, la course, les sports collectifs, les sports de combats, en relançant l'activité ostéoblastique donneraient de meilleurs résultats sur la formation osseuse que l'aviron, le cyclisme, la natation. De manière spectaculaire, au fil de son entraînement, le diamètre osseux des tibias d'un coureur de haut niveau peut doubler d'épaisseur tandis que ses lignes de forces, visibles sur des clichés standards, sont considérablement hypertrophiées (encadré 2). S'appuyant sur les vertus mécano-biostimulantes de la pratique de 30 minutes de marche par jour, un projet de prévention de pathologies chroniques pour endiguer certaines carences préoccupantes de la ménopause et du vieillissement, soutenu par la CPAM de Savoie, est en cours (P. Molina d'Aranda de Darrax, médecin du sport ostéopathe, Chambéry), S'appuyant sur les vertus mécano-biostimulantes de la pratique de 30 minutes de marche par jour.

Architecture corporelle et tenségrité

La biotenségrité

Le concept de tenségrité ou « d'intégrité tensionnelle » a été créé vers 1920 par l'architecte R. B. Fuller qui, s'écartant des constructions en empilement, sépare les éléments rigides (barres) et les relie par des câbles en tension qui se croisent selon une triangulation intrinsèque jusqu'à rejoindre un état d'équilibre (dômes géodésiques). Vers 1945, son élève K. Snelson enrichit ce concept en jouant sur les réglages tensionnels (autocontrainte).

Voient alors le jour d'étonnantes sculptures autostables, qui défient les forces du vent et de la pesanteur. Dès 1978, la découverte du principe architectural de ces sculptures est déterminante dans l'orientation des travaux scientifiques de D. Ingber, alors étudiant aux Beaux-Arts et chercheur en biologie cellulaire.

Parallèlement, et à une autre échelle s'appliquant à l'étude des lois physiques qui régissent la statique et la dynamique corporelle, le chirurgien orthopédique, S. M. Levin remet en question les acquis de la biomécanique classique. Le choc de sa rencontre avec la Tour d'Aiguille de K. Snelson, placée devant le Hirshorn Muséum de Washington et qui s'élançait à plus de 20 m de haut, l'amène à en étudier les principes mécaniques qu'il adapte au vivant. La biotenségrité qu'il développe dans des articles fondamentaux apporte de nouvelles réponses sur les liens entre structures, volumes, formes, et aussi états stables-instables du corps humain.

En appliquant le concept de

biotenségrité à l'architecture du corps, on y trouve une représentation satisfaisante des interactions entre les forces de compression accumulées au niveau des éléments solides discontinus (les os et leurs articulations) et des forces de tension réparties à travers les tissus mous (fascias, muscles, ligaments) distribués en réseaux continus, et ce, dans un état d'équilibre autostable.

Ce modèle s'applique à l'organisation des ensembles OMF qui, autocontraints par une tension de base inhérente aux structures en place, sont susceptibles de répartir harmonieusement et de manière multidimensionnelle les forces qui s'y appliquent. La triangulation constitutive de ces architectures « en treillis » leur permet d'alterner entre la compression et l'expansion de manière élastique, en spirallant intérieurement, comme l'illustre le modèle de G. Scarr (photos p. 24-25, en bas). Quand au relâchement des compressions appliquées dans l'os, il libère une énergie cinétique de caractère élastique à moindre coût, S. M. Levin

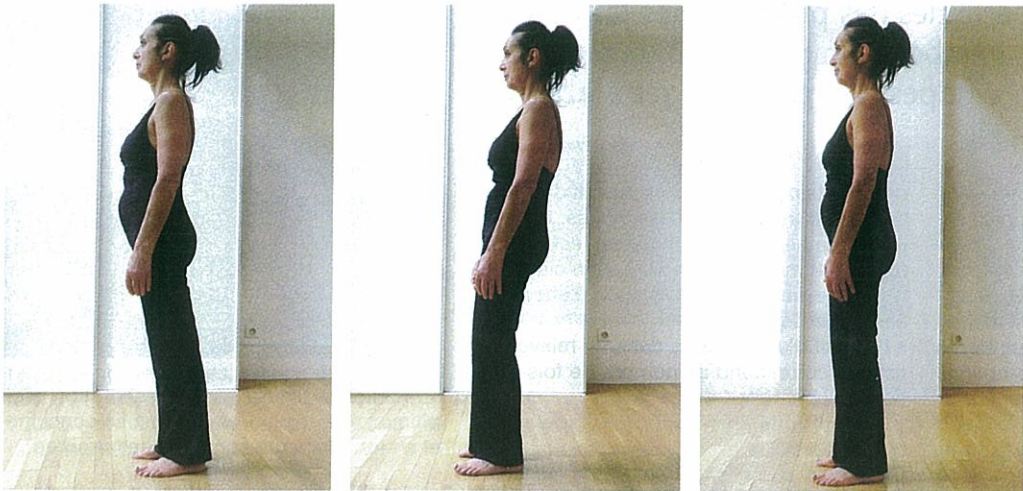
La perméabilité des os aux vibrations

Depuis plus d'un siècle, dans leurs pratiques quotidiennes de diagnostic de surdités, les ORL utilisent un diapason qu'ils placent sur les mastoïdes de leur patient pour tester la transmission des sons par voie osseuse.

Plus récemment, des séances de préparation à l'accouchement en piscine proposent à la maman l'émission de sons graves qui auraient des vertus de relaxation et de communication étonnantes entre elle et son futur bébé. En effet, les fréquences graves transmises par les tissus corporels, osseux en particulier, résonneraient plutôt à l'étage abdominal.

Dans un autre registre, en Afrique, en Asie, en Italie du Sud, au cours de pratiques rituelles et de cérémonies traditionnelles, la percussion de la peau des tambours s'accorde progressivement aux états de corps qui, de plus en plus disponibles, vivent des traversées étonnantes de leurs différents tissus, organes; certaines fréquences entrent en résonance avec la matière osseuse du squelette et, tandis que la danse se transforme, se déclenchent à l'extrême, des états de catharsis, de trances libératoires.

Sur revue-eps.com, retrouvez dans les compléments à ce numéro la bibliographie proposée par l'auteur.



Pratique d'optimisation d'adaptabilité posturale: conscientisation de la projection antérieure/postérieure du corps, et recherche de la position de confort.

qualifiant les os de « fontaines d'énergie ».

L'approche posturale par l'ostéo éveil

L'état dit statique de la posture est en fait une multitude de micromouvements internes de rattrapage des oscillations du corps vers l'intérieur du polygone de sustentation. S. Paxton, créateur de la danse contact-improvisation a proposé de conscientiser ces micromouvements qui surviennent en position debout sur place, au cours de la pratique de la « petite danse ».

Notre posture (tendance posturale) est l'une de nos réponses au monde. Au même titre que notre caractère, on se doit de la respecter, de ne pas chercher à la transformer mais plutôt à l'adapter. En situation de surmenage physique, émotionnel, psychique, notre posture tend vers ses limites spatiales extrêmes (d'antériorité, de postériorité, de versement latéral), s'accompagnant d'une perte d'adaptabilité ainsi qu'une perte d'élasticité; cette situation génère de multiples inconforts qui évoluent à plus ou moins long terme vers des troubles fonctionnels.

L'adaptabilité posturale se manifeste par la disponibilité physique à absorber des impacts variés (tant exogènes qu'endogènes) et à les redistribuer. Plutôt que de nous adresser à la posture, cherchons à optimiser le confort élastique propre à chacun, véritable « traduction physique » de son intégrité tensionnelle et de son adaptabilité posturale.

Une posture adaptée est mécaniquement stable, les forces internes (compression, tension) étant réparties de manière harmonieuse dans un autoéquilibre à tous les niveaux d'organisation: l'homéostasie est conservée et l'élasticité est optimale. Toute action physique externe (pression, impact) modérée qui s'y applique est absorbée et répartie de manière omnidirectionnelle, sans conséquences notables sur la posture.

Une posture inadaptée est mécaniquement instable, les forces internes y sont réparties de manière non homogène, dysharmonieuse. Des zones de surcharge apparaissent à certains étages du corps, elles sont associées à des déséquilibres tensionnels et à une diminution importante de l'élasticité.

Non pris en compte par le sujet ou par un entourage éclairé, ces dérèglements s'accroissent, s'accompagnant d'une perte de l'homéostasie et de manifestations fonctionnelles symptomatiques. Les dialogues physiques avec le matériau osseux permettent aux praticiens la redistribution manuelle des surcharges de manière efficace.

Voici quelques propositions permettant d'accéder rapidement à une autonomie dans la gestion de l'adaptabilité posturale. Commençons par une pratique simple de conscientisation des différents états d'élasticité interne; elle consiste à vivre intérieurement, en position debout ou assise, les étapes progressives de la projection du corps vers l'avant puis vers l'arrière et de percevoir la perte progressive de l'élasticité que ces projections spatiales génèrent (photos ci-dessus). Puis, il est proposé de prendre le temps de trouver « la position-clé de confort élastique » où la respiration est calme, profonde et où le corps présente autour de sa verticale des microflottements aléatoires. Repérer et garder dans sa mémoire corporelle ces états de

confort permet de facilement retrouver. Ces étapes introspectives seront complétées par des pratiques de réveil osseux, de relance rythmique de l'élasticité dans la structure, qui s'avèrent particulièrement utiles lorsqu'on subit, pendant des longues durées, des situations statiques imposées, telles que le travail devant l'ordinateur.

L'os, biomatériau interpellant, confirme ses qualités de haut dynamisme interne. Au fil de notre histoire, différentes contraintes interfèrent sur les ensembles OMF auxquels l'os appartient. S'éveiller à repérer les rigidités, les pertes d'élasticité corporelle, conscientiser un référentiel de confort élastique interne, corrélié avec une respiration aisée, contribuent à optimiser notre adaptabilité posturale au quotidien. ■

Michèle Tarento,
Médecin, ostéopathe, danseuse.

BIBLIOGRAPHIE
CHEN C.S. INGBER D.E. *Tensegrity and mecano-regulation from skeleton to cytoskeleton-Osteoarthritis and cartilage*, 7, 81-94, 1999.
FESSENMEYER M.O. *L'os, un élément diagnostic*, Sully, 2008.
LARSEN W.J. *Embryologie humaine*, De Boeck, 2003.
LEVIN S.M. *Tensegrity: the new biomechanics*, Oxford University Press, 2006.
MEGRET J.F. *La tensegrité, vers une biomécanique ostéopathique*, Mémoire d'ostéopathie, 2003.
PADLETTI S. *Les fascias. Rôle des tissus dans la mécanique humaine*, Sully, 2003.
REICH W. *L'analyse caractérielle*, Payot, Paris, 1971.
RIEGER R. *Modélisation biomécanique par éléments finis de l'os trabéculaire*, Thèse en mécanique, 2011.
STILL A.T. *Philosophie de l'ostéopathie*, traduit par P. Tricot, Sully, 1999.