

Sujet de stage
Laboratoire Matière Systèmes Complexes
Encadré par Vincent Fleury

Contact vincent.fleury@univ-paris-diderot.fr
tél 01 57 67 62 48

Expérimental et théorique.

Il est connu que les forces « hémodynamiques » contribuent à façonner les vaisseaux sanguins. C'est-à-dire que l'écoulement lui-même, à travers les effets biomécaniques, influe sur la forme finale des vaisseaux sanguins, au cours de leur formation.

En étudiant le cas du développement de l'embryon de poulet (sac vitellin), nous avons montré qu'il existe en outre, autour des tuyaux eux-mêmes, des effets morphogénétiques biomécaniques, induits par les champs de force à l'intérieur des vaisseaux. En particulier, les vaisseaux en formation tendent à grossir, ce qui écrase les petits vaisseaux capillaires voisins (très schématiquement). Ainsi, pour se former une artère doit écraser les capillaires voisins, mais pas trop, auquel cas elle se retrouve complètement déconnectée, et ne participe plus à l'irrigation du tissu. Nous avons commencé une étude très fine du voisinage des artères, et de la façon dont les capillaires sont écrasés lors de la formation de ces artères, et observé que cet écrasement passe par un fort gonflement de la zone où les capillaires sont écrasés.

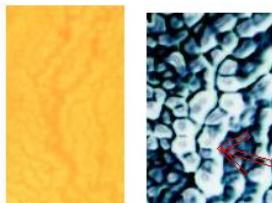


Image de gonflement autour d'une très jeune artère en formation. A gauche vue directe en microscopie optique, à droite, vue en ombroscopie.

Cet effet, physiologique et « normal » évoque de nombreuses pathologies, qui pourraient n'être que des cas limites d'écrasement trop important. Nous proposons d'étudier plus finement la cause de ce gonflement. Il semblerait en effet que le trafic de graisse, entre le tissu adipeux, et le sang, soit une des causes de ce gonflement. En résumé : la formation d'un vaisseau s'accompagne d'une circulation des acides gras emportés par l'écoulement. Il se crée donc un gradient d'acides gras entre le vaisseau et le tissu adipeux. Cependant, les cellules endothéliales ne faisant passer que les acides gras de bas poids moléculaire, un gradient de poids moléculaire s'établit : le tissu adipeux stocke toutes les graisses, et les cellules du mésenchyme adjacent à l'artère celles de bas poids moléculaire. Il en résulterait un grossissement des vésicules d'acides gras, d'où un gonflement des cellules qui finissent par écraser les capillaires.

Cette étude peut être poursuivie à la fois sur le plan théorique et sur le plan expérimental.

Sur le plan expérimental : incubations d'embryons, mesures dynamique du gonflement, coloration et marquage des cellules voisines des artères, mesure des diamètres, éventuellement mesure des tensions.

Sur le plan théorique : bibliographie du trafic de graisse dans les tissus vers le sang (cholestérol etc.), couplage d'un tuyau évacuant les acides gras hydrodynamiquement, avec un tissu effectuant le transport par diffusion/canaux, couplage des effets de pression dans le tissu, avec la déformation globale (calcul de la contrainte).

Ref. Alia Al-Kilani, Annemieke Cornelissen, Thi-Hanh Nguyen, Sylvie Lorthois, Ferdinand Lenoble, Mathieu Unbekandt, and Vincent Fleury, *Physical basis of a vascular transition in vertebrate development*, Phys. Rev. E77, 051912 (2008).