Prédiction hémodynamique computationnelle en aveugle du remodelage vasculaire postopératoire à long terme des dissections aortiques traitées par réparation endovasculaire thoracique

T. Martin, MSc, BSc (Hons), Candidat MD-PhD[1,2,3]; Mohammadamin Hosseini Kahnouei, MD, MSc[4]; W. Fortin, MD, MSc, FRCSC[4]

[1]Faculté de médecine, Université de Montréal; [2]Centre de recherche du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CRCHUM); [3]Institut de génie biomédical, Université de Montréal; [4]Départment de chirurgie vasculaire, Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal

Introduction

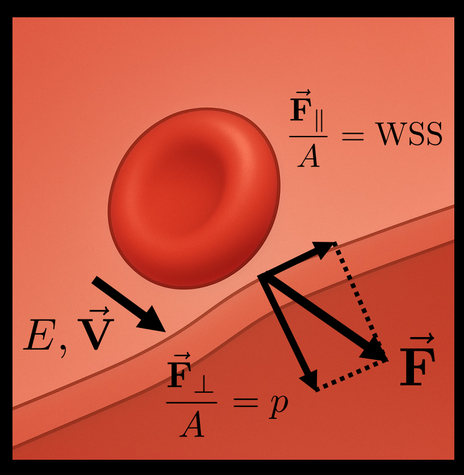
- La dissection aortique est une pathologie **complexe.**
- **TEVAR** est une alternative MIS à la chirurgie ouverte, mais il y a **peu de moyens pour prédire le potentiel de remodelage aortique** au suivi post-opératoire.
- **Objectif:** Utiliser des simulations de dynamique des fluides pour évaluer, **à l'aveugle**, la capacité à prédire le **potentiel de remodelage aortique ou de thrombose de la fausse lumière** à partir de simulations préopératoires et postopératoires immédiates.

Méthodes

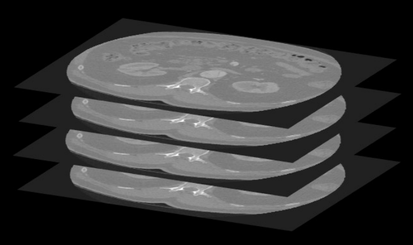
Sélection de patients *(n = 6)*
- Âge ≥ 18 ans
- Traitement par endoprothèse
- Suivi postopératoire avec angioCT à 6 mois

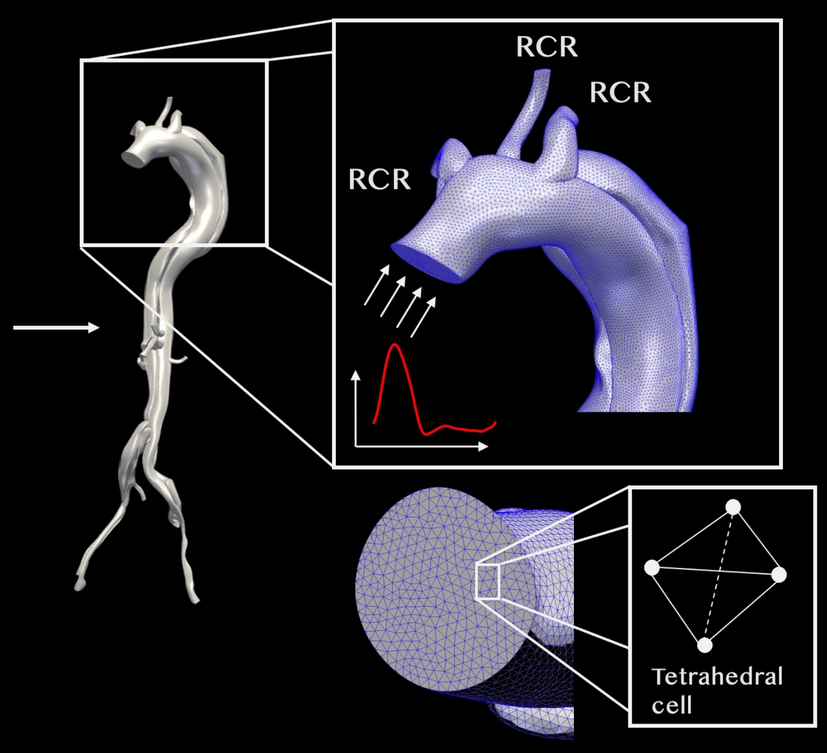
Acquision d'imagerie
- Préopératoire
- Postopératoire immédiat
- ~~Postopératoire au suivi~~

CFD + analyses statistiques à l'aveugle

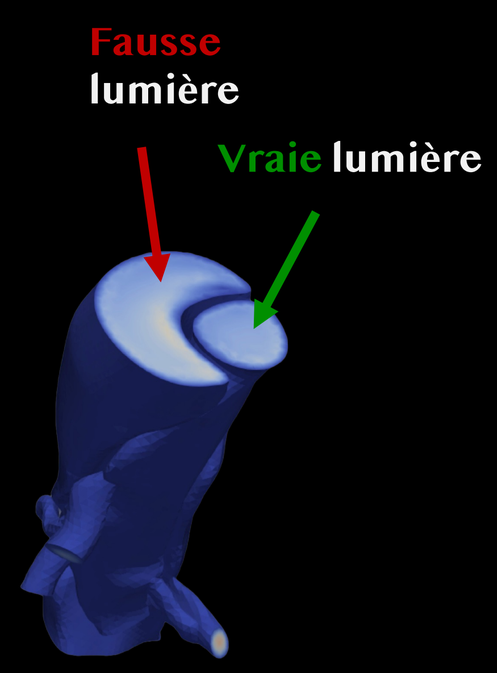


Validation/*unblinding*
- Prédiction vs realité

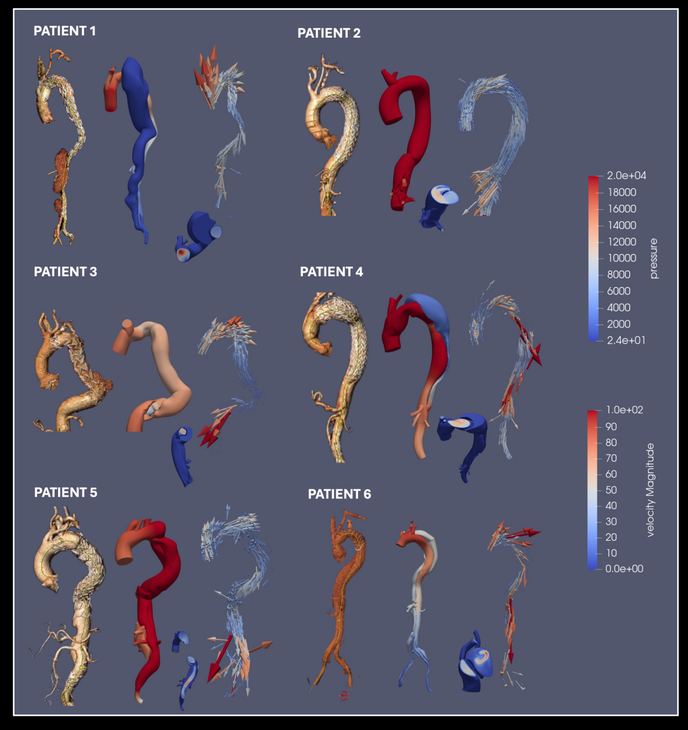




$$\frac{D\mathbf{u}}{Dt} = \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u}\cdot\nabla)\,\mathbf{u} = \nu\nabla^2\mathbf{u} - \frac{1}{\rho}\nabla p + \frac{1}{\rho}\mathbf{f}$$



Résultats



Patient ID	1	2 (Proximal remodeling + distal hemodynamics)	3 (Proximal remodeling + distal hemodynamics)	4	5	6
Preop $\frac{P_{FL}}{P_{TL}}$	0.9369	0.9246	0.944	0.4345	0.6551	0.8870
$\Delta\frac{v_{FL}}{v_{TL}}$	-99.95	-100 proximal + 21.62 distal	-100 proximal +149.79 distal	-55.08	-65.85	-7.48
Δv_{FL} (post hoc analysis)	-99.92	-100 proximal -8.65 distal	-100 proximal - 99.69 distal	+7.86	+10.61	+ 72.07
$\Delta\frac{P_{FL}}{P_{TL}}$	-99.83	-100 proximal -1.81 distal	-100 proximal -18.18 distal	-76.17	+53.78	-29.97
$\Delta\frac{WSS_{FL}}{WSS_{TL}}$	-99.85%	-100 proximal -21.85 distal	-100 proximal +173 distal	+1713 %	+110.8	-51.51
Prediction	+	+ proximal - distal	+ proximal Distally equivocal but + outcome predicted	+	-	-
Accuracy	+	+ for both	+ for both	+	-	+

- Le remodelage proximal a été correctement prédit chez cinq patients sur six (**exactitude de 83%**), avec une **valeur prédictive positive de 100%** et une sensibilité de 80%.
- Deux sous-groupes ont été distingués pour générer les prédictions en aveugle, en particulier selon **la variation de pression pré- versus postopératoire** (succès du traitement aortique : −94,00 % +5,94/−11,89 % vs. thrombose/remodelage suboptimal : 11,91 % +41,87/−59,22 %).

Conclusion

- Les variations hémodynamiques locales **permettent de prédire le remodelage proximal** après traitement endovasculaire.
- Les simulations personnalisées aident à:
  - **anticiper** les effets sur la fausse lumière
  - identifier les **patients à risque d'un pronostique suboptimal**
  - **optimiser la planification chirurgicale**, le choix du dispositif, ainsi que le suivi post-opératoire.