

Microstructure et propriétés mécaniques de l'aorte thoracique

| par le Docteur Jean-Marie SEGERS, journaliste médical

Pour mieux comprendre la pathogénie des anévrismes de l'aorte thoracique, deux scientifiques de la KU Leuven, Emma Vanderveken, MSc en sciences biomédicales, et Julie Vastmans, MSc en ingénierie biomédicale, étudient la microstructure et les propriétés mécaniques d'une dizaine d'aortes thoraciques. Leurs travaux sont en partie financés par le Fonds pour la Chirurgie Cardiaque.

L' **L'**étiologie précise de l'anévrisme aortique reste encore à démontrer. La dilatation vasculaire survient sans doute suite à une déficience structurelle de la paroi aortique. Le tabagisme, l'obésité, le contexte génétique, l'hypertension et l'athérosclérose favorisent le développement d'anévrismes, qui surviennent d'ailleurs plus souvent chez l'homme que chez la femme. L'anévrisme aortique non rupturé ne provoque pas de symptômes alarmants et sa découverte est fortuite ou tardive. Chez certains patients l'anévrisme thoracique se double d'un autre au niveau abdominal. Certains anévrismes ne présentent jamais de rupture, tandis que d'autres évoluent rapidement. La rupture provoque un saignement interne massif et le plus souvent fatal.

La plupart des anévrismes se situe le long de l'aorte abdominale et, dans la mesure où on les découvre avant la rupture, ils peuvent être traités par la mise en place d'un stent endovasculaire. Actuellement, cette intervention se fait

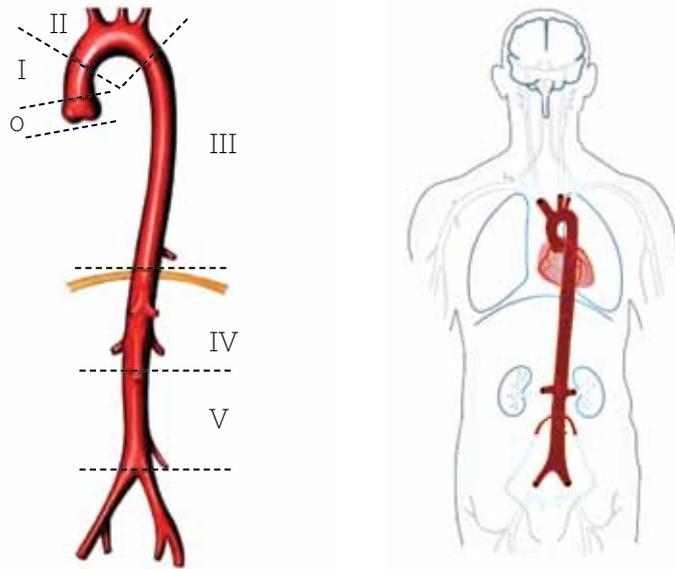
le plus souvent par cathétérisation de l'artère fémorale.

Le traitement des anévrismes de l'aorte thoracique s'avère plus compliqué et n'est pas sans risque. A ce niveau la mise en place d'un stent n'est pas possible, l'anévrisme devant être excisé et remplacé par une prothèse. Cette intervention nécessite une thoracotomie et l'arrêt de la fonction cardiaque. En Belgique, chaque année environ 1400 patients sont traités pour un anévrisme thoracique.

Du point de vue clinique l'aorte thoracique comporte trois niveaux différents: la partie ascendante, la crosse ou arc aortique et la partie descendante. «Il se fait que la croissance d'un anévrisme, ainsi que le risque de rupture, diffèrent selon leur localisation», nous explique Emma Vanderveken. «Les anévrismes de la partie descendante croissent plus rapidement, tandis que ceux de la partie ascendante présentent un plus grand risque de rupture. 60% des anévrismes se trouvent sur la partie ascendante, 10% sur la crosse, tandis que 40% des cas se

L'AORTE ET SES 6 SEGMENTS

L'aorte est la plus grande artère de l'organisme. L'aorte initiale ou partie 0 est située à la sortie du ventricule gauche. L'aorte ascendante ou partie I qui lui fait suite, est le début de la crosse aortique. Le segment II, partie horizontale de la crosse aortique, donne naissance aux 3 artères qui irriguent le cerveau. Le segment III est l'aorte thoracique descendante qui longe le rachis sur toute la hauteur du thorax. Elle donne naissance à une petite artère essentielle à la vascularisation de la moelle. Le segment IV situé sous le diaphragme donne naissance aux artères digestives et aux artères rénales. C'est une région d'accès difficile. Le segment V est la partie sous rénale de l'aorte appelée aorte abdominale.



situent dans la partie descendante. Ce qui prouve qu'il y a des différences structurales et mécaniques dans les différentes parties de l'aorte.»

Travail d'équipe

Les travaux des deux chercheuses font partie d'une étude internationale sur le diagnostic et le traitement des anévrismes thoraciques. Jusqu'à présent c'est le diamètre de l'anévrisme qui est pris en compte comme critère d'évolution et donc de la décision d'intervention chirurgicale. Il apparaît maintenant que d'autres critères peuvent être utilisés pour évaluer le risque de rupture.

L'étude actuelle se concentre sur les différences microstructurales et mécaniques des différentes parties de l'aorte thoracique. Certains auteurs ont déjà mis l'accent sur la nécessité d'analyser et de quantifier ces différences, afin de mieux cerner la progression de la maladie. La comparaison des propriétés structurales et mécaniques à différents niveaux de l'aorte, tel est l'objet de l'étude effectuée par nos deux chercheuses.

Leur étude comporte trois volets. L'analyse microstructurale est effectuée par Emma Vanderveken. Elle étudie la quantité et l'orientation des fibres collagènes et élastines, ainsi que des cellules musculaires lisses. Pour l'analyse mécanique, réalisée par Julie Vastmans, des fragments d'aorte sont soumis à des tests de résistance bi-axiaux, traduits dans des courbes qui mettent en image les caractéristiques anisotropes et non-linéaires du tissu aortique. Avec une attention particulière pour deux paramètres: la rigidité et la compliance ou flexibilité du tissu d'une part, et la résistance à la rupture d'autre part.

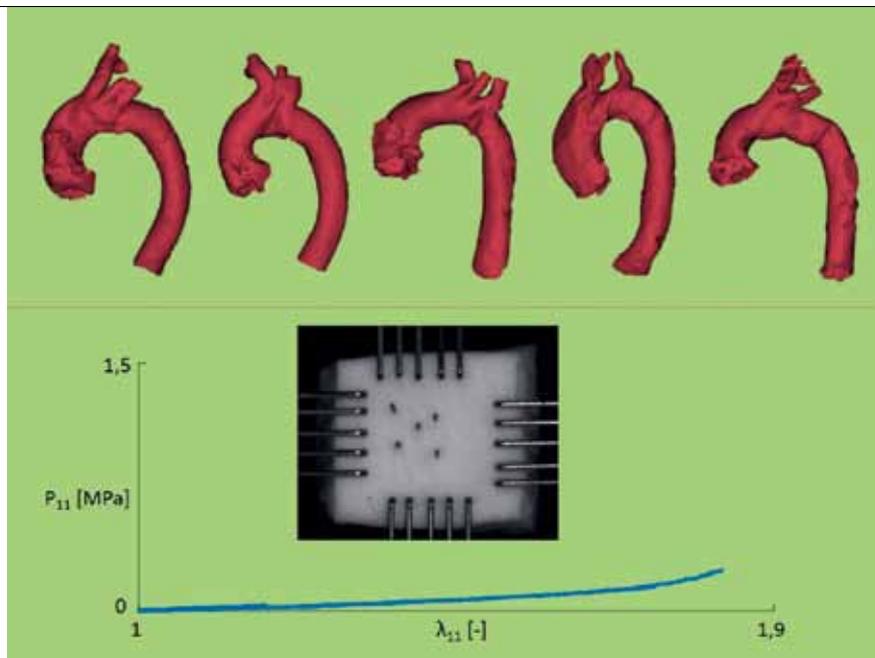
.....
Le diamètre de l'anévrisme n'est plus le seul critère qui permette d'évaluer le risque de rupture

En conclusion, les résultats des deux études (structurelle et mécanique) sont comparés et soumis à une analyse statistique, de telle façon que les différences entre les divers niveaux de l'aorte soient mises en évidence. Afin d'obtenir des

.....> La croissance et le risque de rupture d'un anévrisme de l'aorte thoracique dépendent de sa localisation.

> Ces images CT de 5 aortes thoraciques montrent des différences d'architecture.

> Un échantillon aortique monté dans un banc de traction bi-axial avec sa courbe de tension/élongation unidirectionnelle



➤ Pour mieux traiter l'anévrisme thoracique, les jeunes chercheuses veulent comparer les propriétés structurelles et mécaniques des différents niveaux de l'aorte thoracique.

résultats encore plus probants, les échantillons sont analysés dans le synchrotron de l'Institut Paul Scherrer en Suisse, en collaboration avec l'Université de Gand. Cette étude est réalisée sur dix aortes thoraciques, prélevées au laboratoire d'anatomie de l'UZ Leuven. Il s'agit d'organes de personnes ne présentant pas d'anévrisme.

Personnalisation

La recherche fondamentale reste évidemment très importante, mais il s'agit surtout de trouver des traitements plus adéquats. Depuis peu, l'accent est mis sur la personnalisation du traitement, ce qui implique que les patients souffrant d'une même maladie ne reçoivent plus tous la même thérapie médicamenteuse ou chirurgicale. C'est le cas dans plusieurs disciplines et spécialisations. Les produits chimiques ne sont pas toujours métabolisés de la même façon, et les variations anatomiques et physiologiques peuvent être importantes. Ce qui explique la grande diversité des effets secondaires. Ces remarques valent également pour les anévrismes. C'est ainsi que récemment l'anévrisme de l'aorte thoracique peut

être traité par le placement de PEARS (Personalized External Aortic Roots Support), une prothèse faite sur mesure qui se place autour de la dilatation vasculaire. Ceci empêche la croissance et la rupture éventuelle de l'anévrisme, sans devoir arrêter le cœur durant l'opération et sans que le patient ne soit obligé de prendre des anticoagulants après l'opération. On peut espérer que les résultats de l'étude des deux chercheuses parviendront à améliorer le traitement chirurgical de l'anévrisme thoracique.

Recherche multidisciplinaire

L'étude a débuté à l'automne 2017 et doit se terminer à la fin de cette année. Elle résulte d'une approche multidisciplinaire, où médecins, spécialistes en sciences biomédicales et ingénieurs spécialisés en mécanique biologique et technologie médicale collaborent étroitement.

Pour nos deux chercheuses c'est aussi leur thèse de doctorat, ayant comme promoteurs le Pr Filip Rega, chirurgien cardiaque à l'UZ Leuven, et le Pr Nele Famaey de la faculté des ingénieurs. ■



Deux scientifiques motivées pour une recherche commune

| par le Docteur Jean-Marie SEGERS, journaliste médical

Depuis longtemps la recherche scientifique n'est plus l'affaire d'une seule personne. Pour obtenir des résultats, le travail d'équipe et la collaboration interdisciplinaire sont indispensables.

Cela est aussi le cas dans le monde médical, d'autant plus que les progrès réalisés dans le domaine des examens diagnostiques et des traitements sont aujourd'hui essentiellement de nature technologique. En médecine, les spécialistes en biotechnologie et les ingénieurs jouent un rôle de plus en plus important dans la mise au point de nouvelles techniques, et dans le développement de prothèses et autres appareils médicaux.

La collaboration entre Emma Vanderveken et Julie Vastmans illustre bien l'utilité de cette recherche interdisciplinaire. Nous leur avons posé quelques questions sur leur parcours scientifique et leurs travaux actuels à la KU Leuven.

Comment et pourquoi avez-vous opté pour la recherche scientifique?

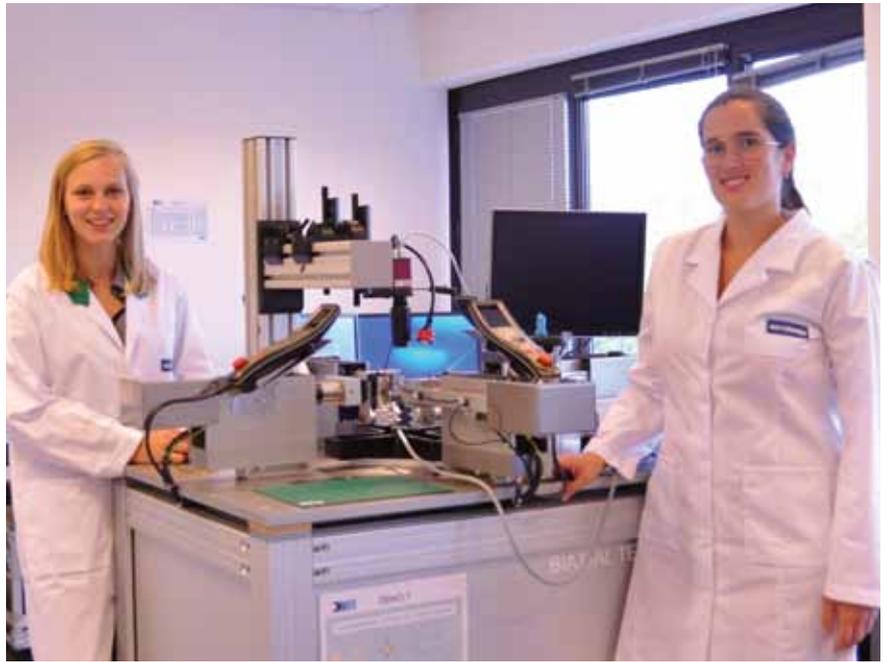
→ Emma. Après mes études secondaires à Termonde (option Latin-Math), le choix pour les sciences biomédicales me paraissait évident. En effet, je voulais en savoir plus sur le fonctionnement du corps

humain. Durant mes deux années de maîtrise j'ai opté pour les aspects nutritionnels de la santé et des maladies, plus précisément pour le rôle de la nutrition dans l'origine et le traitement des processus pathologiques. Dans ma thèse de maîtrise j'ai développé e.a. l'influence de la chirurgie bariatrique sur certaines composantes du lait maternel. J'ai ensuite obtenu une bourse de doctorat (4 ans) du Fonds de la Recherche Scientifique pour mener une recherche au département de chirurgie cardiaque expérimentale de l'UZ Leuven. Quoique ce département n'ait pas de relation directe avec l'alimentation, c'est pour moi une belle opportunité d'augmenter mes connaissances et d'affiner mon expérience dans le domaine biomédical. Avec Julie je travaille à l'étude sur le diagnostic et le traitement de l'anévrisme de l'aorte thoracique.

→ Julie. Pour mes études universitaires j'ai hésité quelque temps entre la médecine et les études d'ingénieur. Mais c'est quand même la deuxième option qui a pris le dessus. Etant née et habitant à Louvain, il était assez évident que je fasse

Photo: Julie Vastmans (à droite) et Emma Vanderveken (à gauche), au banc à coulisse biaxiale de l'Institut Flamand d'Expérimentation Biomécanique (FIBEr)

→ A côté des bourses du FNRS, le soutien du Fonds vient à point nommé pour financer les frais de fonctionnement de l'étude avec un premier budget de 15.500 €.



mes études secondaires (option Math-Sciences) et supérieures dans cette même ville. Il n'empêche que j'ai continué à m'intéresser à la médecine, ce qui explique mon choix des deux dernières années pour l'ingénierie biomédicale. Ma thèse de maîtrise avait comme sujet l'évaluation biomécanique d'une prothèse aortique externe personnalisée et, j'ai également obtenu en 2015 une bourse du Fonds de la Recherche Scientifique pour l'étude des propriétés mécaniques de l'aorte thoracique. Tandis qu'Emma travaille au département de chirurgie cardiaque expérimentale, je suis moi-même attachée au département d'ingénierie mécanique de la KU Leuven. Par ailleurs, je donne cours en mécanique appliquée aux étudiants des deux premières années bachelor et, je supervise quelques étudiants pour leur thèse de maîtrise.

Comment se déroule votre collaboration entre les sciences médicales, biotechnologiques et mécaniques?

→ Emma. Cette collaboration se déroule de façon optimale. Nous abordons les problèmes à partir de formations différentes,

mais finalement nous parlons la même langue et, à bien des égards nous nous complétons. L'époque où chacun reste confiné dans sa bulle est bien révolue. La complexité et la diversité des problèmes à résoudre ne le permettent plus.

→ Julie. Je confirme entièrement ce que dit ma collègue. Nos points de départ sont différents, mais le résultat est très enrichissant. Puisque j'ai commencé ma thèse de doctorat un an plus tôt qu'Emma, je dois logiquement la finaliser avant elle, mais cela ne pose pas de problèmes. Sur le plan humain, notre collaboration se déroule également fort bien. Contrairement à toute logique mathématique, dans notre cas, un plus un, égalent plus que deux!

Comment voyez-vous votre avenir professionnel?

→ Emma. Pour l'instant, la thèse de doctorat retient toute mon attention. Après avoir terminé celle-ci, je vais probablement me tourner vers le monde industriel. J'espère que ma formation et mes compétences me permettront de trouver

une fonction intéressante dans l'industrie alimentaire ou pharmaceutique. De toute façon, je pense que l'expérience acquise dans le monde scientifique me servira au cours de ma carrière professionnelle.

→ Julie. En ce qui me concerne, j'opterais bien pour une carrière scientifique, mais cela dépendra des opportunités qui s'offriront le moment venu. En tous cas, je pense que des ingénieurs spécialisés dans le secteur biologique, avec un savoir-faire dans le monde médical, ont leur avenir assuré. Pour le développement de nouvelles techniques, et l'élaboration de bioprothèses et appareils en tout genre, une collaboration étroite entre les sciences médicales et technologiques est indispensable.

Nous souhaitons aux deux chercheuses enthousiastes tout le succès professionnel qu'elles méritent! ■