

Le débit cardiaque par monitoring hémodynamique

Ma famille, qui travaille dans le domaine médical, m'a rapporté que le manque de ressources (financiers et humains) est important (et ceux encore plus avec la pandémie actuelle) et qu'il serait intéressant de faire suivre un traitement médical à domicile pour certains patients.

Le cœur est l'un des organes nécessaires à la vie. Il régit l'hémodynamique, la dynamique du sang. En cas de choc physique (maladie, accident, trouble), il est nécessaire de surveiller une multitude de données issues de l'hémodynamique afin de surveiller ou prévenir d'éventuelles rechutes ou problèmes.

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Mécanique), SCIENCES INDUSTRIELLES (Traitement du Signal).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Sang</i>	<i>Blood</i>
<i>Hémodynamique</i>	<i>Hemodynamics</i>
<i>Débit cardiaque</i>	<i>Cardiac flow</i>
<i>Thermodilution transpulmonaire</i>	<i>Transpulmonary thermodilution</i>
<i>Onde de pouls</i>	<i>Arterial pulse</i>

Bibliographie commentée

Jusqu'en 1628, les scientifiques pensaient que le sang était produit par le foie.

C'est le docteur anglais William Harvey qui découvrit la circulation sanguine et l'importance du cœur dans la circulation du sang. Il constata que le cœur jouait un rôle de pompe et que les deux ventricules, en contractant leurs parois, assuraient la propulsion du sang dans les artères.

En 1667, la première transfusion sanguine chez l'homme est réalisée avec du sang d'agneau.

En 1818, après un nombre trop important de décès dû aux transfusions de sang animal vers les humains, l'anglais James Blundell tenta les premières transfusions interhumaines. Cependant, deux obstacles entravèrent l'expansion des transfusions interhumaines : l'ignorance des groupes sanguins et la coagulation du sang immédiatement après son prélèvement, et c'est en 1900 que Karl Landsteiner découvre les différents groupes sanguins ABO

En 1914, Albert Hustin, réalise la première transfusion de sang en utilisant du sang conservé grâce aux propriétés anticoagulantes du citrate de soude.[1]

Le monitoring hémodynamique, qui signifie dynamique du sang, une notion récente.

En 1714, Stephen Hales a ouvert une artère d'un cheval, pour y insérer un tube de laiton, et mesurer la pression du sang. [2]

Mais c'est dès 1899, avec les premières publications sur le principe de l'analyse du contour de l'onde

de pouls artériel que les premiers travaux sur le monitoring hémodynamique ont lieu.

Ce principe, qui repose sur l'effet Windkessel (décrit par le physiologiste Otto Frank) consiste à analyser le signal de la pression artérielle en continu afin d'obtenir davantage de données qu'avec les valeurs systoliques, diastoliques et moyennes. [3]

Quelques années après, la thermodilution pulmonaire, qui s'appuie sur le principe de Steward et Hamilton (énonçant que le débit cardiaque s'obtient en divisant la quantité injectée en amont du cœur d'un indicateur (colorant, thermique ou isotopique) par la surface de la courbe de première circulation de cet indicateur [4]) apparaît.

Un bolus prédéfini est injecté via un cathéter. Il traverse le cœur droit, le poumon et le cœur gauche, puis est détecté par un cathéter placé dans une artère centrale. [3]

Enfin, on peut citer le cathéter de Swan-Ganz qui permet la mesure du débit cardiaque et la mesure des pressions du remplissage du cœur droit et gauche en 1970. [6]

Le monitoring hémodynamique est toujours nécessaire pour détecter et prévenir les incidents et accidents. Il est utilisé en anesthésie pour s'assurer que, malgré les modifications physiologiques liées à l'anesthésie et/ou à la chirurgie, les apports correspondent toujours aux besoins mais aussi en réanimation pour détecter et aider au traitement des défaillances d'organe [5].

Aujourd'hui, on utilise principalement l'analyse du contour de l'onde de pouls artériel et la thermodilution pulmonaire.

Le but de ses deux techniques est donc de déterminer le débit cardiaque à l'aide des valeurs mesurées et d'en déduire, par le calcul, d'autres valeurs thermodynamiques.

Pour la thermodilution pulmonaire, l'injection de bolus est généralement répétée trois fois. Les résultats obtenus sont statiques ; ils correspondent au moment de l'injection du bolus. Par conséquent, elles doivent être répétées en cas de modification de l'état du patient ou de la thérapie.

On détermine le débit cardiaque à l'aide de la température et du volume du bolus injecté.

Ainsi, par un jeu de formule et de calcul avec le débit cardiaque comme facteur commun, on peut obtenir au moins cinq valeurs qui permettent de prévenir différents problèmes cardiaques ou pulmonaires. [3]

Avec l'analyse du contour de l'onde de pouls artériel, on analyse l'aire de la courbe de pression artérielle sous la systole mais aussi la fréquence cardiaque et la compliance artérielle (La compliance artérielle est la possibilité de distension de la paroi artérielle en fonction de la pression sanguine).[3]

Problématique retenue

Quelle méthode, entre la thermodilution transpulmonaire et l'analyse de l'onde de pouls est la plus précise, la plus fiable et la plus pratique pour en déterminer les paramètres hémodynamiques ?

Objectifs du TIPE

Tout d'abord, je vais modéliser et simuler de façon simplifiée, en utilisant des concepts déjà existants, un cœur et du sang. Je créerais un écoulement de sang pulsé, dans un circuit maintenu à environ 37°C, par un ensemble moteur/électrovanne, tout en étant monitoré par des capteurs (thermomètre, capteur de pression, débitmètre).

Dans un second temps, je traiterais toutes ces données pour déterminer les différents paramètres hémodynamiques.

Enfin, ces paramètres me permettront de conclure vis-à-vis de ma problématique.

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] SERVICE DU SANG, CROIX ROUGE DE BELGIQUE : L'HISTOIRE DU SANG :
<https://www.donneurdesang.be/fr/en-savoir-plus-sur-le-sang/l-histoire-du-sang> (dernière consultation : 01/02/2022)
- [2] ASSOCIATION FRANCOPHONE DES INFIRMIER(E)S DE SOINS INTENSIFS : Trente-cinq ans de management hémodynamique : http://www.siznursing.be/wp-content/uploads/2018/11/35ans_he%CC%81modynamique.pdf (dernière consultation : 01/02/2022)
- [3] GETINGE GROUP : Technologie PiCCO :
https://www.getinge.com/dam/hospital/documents/french/brochure_technologie_picco_pub-2016-0025-a_fr-french-europe.pdf (dernière consultation : 01/02/2022)
- [4] DICTIONNAIRE MÉDICAL DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE : Principe de Stewart et Hamilton :
<https://dictionnaire.academie-medecine.fr/index.php?q=Stewart%20et%20Hamilton%20%28principe%20de%29> (dernière consultation : 01/02/2022)
- [5] PIERRE-GILDAS GUITARD, CCA DPT D'ANESTHÉSIE-RÉANIMATION CHU CHARLES NICOLLE ROUEN : Monitoring Hémodynamique :
https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/Monitorage_hemodynamique_Dr_Guitard-CHU_Rouen_.pdf (dernière consultation : 01/02/2022)
- [6] HEITHEM CHEMCHIK : « Nœud intracardiaque du cathéter de Swan-Ganz: à propos d'un cas » :
<https://panafrican-med-journal.com/content/article/14/137/full/> (dernière consultation : 01/02/2022)

DOT

- [1] 2nd semestre, 1ère année : Recherches d'informations et de documentations pour mon sujet
- [2] 1er trimestre 2nd année : Echange avec Delphine Plan, Responsable Régionale des ventes Critical Care du laboratoire Edwards Lifesciences
- [3] début 1er trimestre 2nd année : 1er essai de modélisation avec le logiciel MatLab afin de simuler le système sanguin avec des pièces hydraulique
- [4] mi 1er trimestre 2nd année : 2nd essai de modélisation avec le logiciel MatLab : Prise de contact avec Ofer BARNEA, Professeur de l'université de Tel-Aviv pour obtenir un bibliothèque Matlab de modélisation de système sanguin.
- [5] fin 1er trimestre 2nd année : Echec des modélisations avec Matlab ; impossible d'obtenir la

bibliothèque ; réorientation de la modélisation vers celle de Windkessel avec le logiciel Scilab

[6] *début 2nd trimestre 2nd année : 1er expérience avec le simulation de la viscosité du sang*

[7] *mi 2nd trimestre 2nd année : 2nd expérience avec le montage pour la simulation du cœur*