



Appel à candidature de doctorat/Call for thesis candidate

Titre : Causalité de Granger basée réseaux de neurones des signaux cardiaque, pression artérielle et respiration pour la prévention de l'hypertension artérielle et son effet sur la prédiction des pathologies d'origine cardiovasculaire.

Title : Granger causalitybased on neural networks of cardiacsignals, blood pressure and respiration for the prevention of arterial hypertension and itseffect on the prediction of cardiovascular pathologies.

Contexte/Context

Mettre en commun les expertises du Laboratoire d'Analyse des Signaux et des Processus Industriels (LASPI, EA 3059) et du Laboratoire Système Nerveux Autonome - Epidémiologie Physiologie, Ingénierie, Santé (SNA-EPIS, EA 4607) pour la recherche d'indicateurs, issus du traitement du signal et du traitement des données, permettant d'évaluer et de mieux comprendre le fonctionnement du baroréflexe, et d'améliorer la prévention de l'hypertension artérielle et son effet sur la prédiction des pathologies d'origine cardiovasculaire.

Sharing the expertise of the Analysis Laboratory of the Signals and the Industrial Processes (LASPI, EA 3059) and the AutonomicNervous System - EpidemiologyPhysiology, Engineering, Health (SNA-EPIS, EA 4607) laboratory with the aim of searching for indices, arisingfrom signalprocessing and dataanalysis, allowing to estimateand ameliorate the understanding of the functioning of the baroreflex, and to improve the prevention of arterial hypertension and its effect on the prediction of cardiovascular pathologies.

Résumé/Abstract

L'hypertension artérielle est un facteur de risque majeur de morbi-mortalité cardio-neuro-vasculaire et pose un problème de santé publique. Ces dernières années, il a été clairement démontré que la prise en compte de l'hypertension par la simple mesure d'un dépassement de seuil (140/90 mmHg) effectuée au brassard n'était pas satisfaisante. De plus, le coût important des complications dues à l'hypertension ainsi que le vieillissement de la population donnent toute son importance au dépistage et à la prévention de cette pathologie. Sous le contrôle du système nerveux autonome, le baroréflexe est le principal régulateur de la pression artérielle (PA) et de la fréquence cardiaque (FC). Son intégrité peut être mesurée de manière non-invasive chez une personne par un enregistrement continue de l'EKG, la PA, et les mouvements respiratoires (RE) pendant 15 minutes. La sensibilité du baroréflexe est abaissée chez des sujets hypertendus et elle constitue un indice de prédiction de mortalité. La mesure du dysfonctionnement de ce réflexe régulateur pourrait constituer un indice de prédiction de la survenue de l'hypertension. Sa prise en compte permettrait d'anticiper l'arrivée de l'hypertension et de ses conséquences alors que la simple mesure de pression réalisée actuellement n'est que la signature d'une hypertension déjà installée. Le but de la thèse est de développer et tester de nouvelles méthodes mathématiques basées sur l'analyses des interactions entre les signaux mis en jeu dans les régulations cardiovasculaires par le baroréflexe (FC, PA, RE) afin de :

- mieux expliquer les mécanismes de fonctionnement du baroréflexe et de son dysfonctionnement dans le cadre de l'hypertension.
- trouver de nouveaux indices de prédictions de l'hypertension et des pathologies cardio-

neuro-vasculaires qui en résultent.

- montrer comment évoluent ces mécanismes de régulation avec l'âge et en fonction de paramètres tels que le niveau d'activité physique.

Ces trois points seront abordés par deux approches de modélisations mathématiques :

1. modélisation de la causalité de Granger temporelle et fréquentielle, basés réseaux de neurones, pour l'étude de la non stationnarité des influences causales entre RR, PA et RE.
2. modélisation des signaux bruts FC, PA et RE pour la classification de pathologies d'origine cardiovasculaire par la caractéristique Euler-Poincaré de champs aléatoires non-gaussiens.

La cohorte PROOF du laboratoire SNA EPIS sera la base de données principale pour la thèse. Cette cohorte a été constituée sur une durée de 10 ans avec quatre mesures longitudinales du système nerveux autonome effectués sur 1000 sujets sains initialement âgés de 65 ans. La survenue de pathologies de toute origine et la mortalité sont suivies depuis 18 ans. De plus, des enregistrements effectués chez des patients insuffisants cardiaques et post-infarctus serviront aussi de bases de données.

Arterial hypertension is one of the major predictors of death from cardio-neuro-vascular origin and is a public health issue. In the last years, it has been clearly demonstrated that the diagnosis of hypertension by simply considering the 140/90 mmHg threshold measured with a blood pressure cuff was unsatisfying. Moreover, the cost due to the complications of hypertension and the ageing of the population yield to an crucial role of screening and prevention of this pathology. Autonomic nervous system is one of the main actors of homeostasis and innervates the majority of the organs. Among the numerous reflex loops involved in this system, the baroreflex is the principal regulator of the cardiovascular system since it adapts permanently heart rate (HR) and blood pressure (BP) according to body needs. The baroreflex sensitivity can be evaluated non invasively by a continuous 15-minute recording of heart rate, blood pressure and breathing (BR). It has been shown that baroreflex sensitivity was decreased in subjects suffering from hypertension and constituted a predictor of death. Anevaluation of its impairment would be a good candidate for predicting the onset of hypertension, and, thus could advantageously surrogates the current measurement (140/90 mmHg) which remains only the signature of an hypertension already established. The purpose of the thesis is to develop and to test new more complex methods based on the analysis of the interactions between the cardiovascular regulation signals (HR, BP, BR) of baroreflex regulations in order to:

- better explain the mechanisms of baroreflex function and its dysfunction in the context of hypertension.
- find new predictors of hypertension and resulting cardiovascular pathologies.
- show how these regulation mechanisms progress with ageing and parameters such as the level of physical activity.

These three points will be studied using two different mathematical approaches:

1. Granger causality based neural networks according to its temporal, frequency aspects, to study the non stationarity of the causal influences between HR, BP and BR.
2. Modelisation of HR, BP and BR signals for pathologies classification using non-Gaussian random fields and mean Euler-Poincaré characteristic.

The PROOF cohort of the SNA-EPIS laboratory will constitute the main database for the thesis. This cohort was established on a duration of 10 years with four longitudinal measurements of autonomic nervous system activity made on 1000 healthy subjects initially 65-year-old. The occurrence of pathologies of any cause and the mortality are followed-up for 18 years. Furthermore, recordings made on patients suffering from heart failure and post-myocardial infarction will also serve as databases.

Détails/Detail

Etape 1

Les candidat.e.s potentiel.l.e.s seront présélectionné.e.s par le directeur de thèse, Christophe Corbier et le co-directeur de thèse, Vincent Pichot, comme suit:

1. Evaluation des dossiers.
2. Entretien au LASPI(Roanne) ou visioconférence ; lundi 6 mai, mardi 7 mai et jeudi 9 mai.

Etape2

Les candidat.e.s présélectionné.e.s par le LASPI seront auditionné.e.s par l'école doctorale de l'UJM à St-Etienne entre le lundi 20 mai et le vendredi 24 mai.

Les candidat(e)s ont jusqu'au lundi 22 avril inclus pour envoyer leur dossier de candidature (dont le modèle sera envoyé) aux adresses courriels suivantes.

christophe.corbier@univ-st-etienne.fr

vincent.pichot@univ-st-etienne.fr

Step1

Potential candidate will be selected by Christophe Corbier (supervisor) and Vincent Pichot (co-supervisor), as follows:

1. Files evaluation.
2. Interview at the LASPI (Roanne) or visioconference; Monday May 6th, Tuesday May 7th and Thursday May 9th.

Step2

Preseted candidates will be interviewed by the postgraduate school of the UJM (St-Etienne) between Monday May 20th and Friday May 24th.

Candidates have until Monday, April 22th to send their file (an official template will be send) at the following e-mail addresses:

christophe.corbier@univ-st-etienne.fr

vincent.pichot@univ-st-etienne.fr

Contacts/Contacts

Pour toute information, merci de contacter/For more information, please contact :

- **Christophe Corbier** : christophe.corbier@univ-st-etienne.fr
- **Vincent Pichot** : vincent.pichot@univ-st-etienne.fr