

BERANGER-FENOUILLET Astrid

CAUVET Adeline

HUNAUULT Sylvain

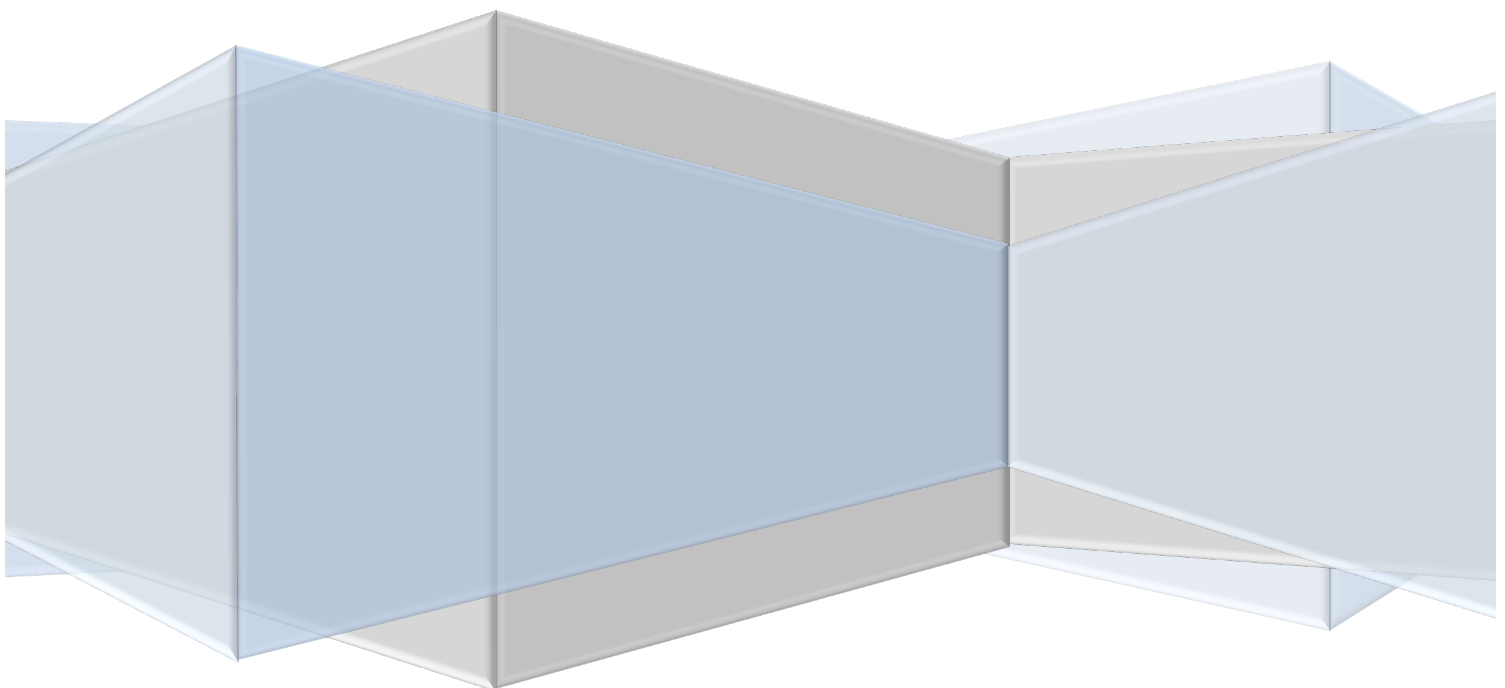
LE BLEIS Gurvan

REVOL Alexis

REZENDE LAIGNIER Sophia

TEST DE MARCHE DE 6 MINUTES (TM6)

Encadré par M.CLEMENT et M.GRIMANDI



Contenu

Introduction	2
Présentation des interlocuteurs.....	2
Choix des méthodes de travail	2
Présentation du test actuel	3
Capteurs	5
E.C.G.	5
Tension	5
Mesure de distance	5
Mesure de vitesse	5
E.M.G. de surface de la cuisse	5
Batterie.....	6
Utilisation et traitement des données	6
Corrélation de certains paramètres	6
Données instantanées et différées	6
Algorithmes de conversion.....	6
Interface	6
Possibilité d'adapter le système pour d'autres tests	7
Conclusion	7

Introduction

Le projet du Test de Marche de 6 minutes, TM6, sera mené par un groupe de six étudiants de l'ENSTA Bretagne, encadrés par une équipe pédagogique et un kinésithérapeute.

Afin de mieux cerner les attentes du projet, nous avons réalisé une interview des principaux intervenants. Suite à cette première rencontre, nous serons en mesure d'esquisser un cahier des charges et une analyse d'ingénierie système.

Après une présentation des participants et de nos méthodes de travail, nous nous attacherons à faire un point sur le TM6 pour voir quels sont les aspects à améliorer via notre projet.

Présentation des interlocuteurs

Le projet TM6 est encadré par l'enseignant de l'ENSTA Bretagne M. Clément et un kinésithérapeute exerçant à l'Hôpital d'Instruction des Armées (H.I.A.) de Brest, M. Grimandi.

Au cours de l'année, nous collaborerons avec M. Le Maillot, enseignant spécialisé dans l'électronique, et M. Lagadec, enseignant spécialisé dans l'informatique. Nous rencontrerons M. Le Maillot et M. Reynet pour échanger au sujet de l'E.C.G. créé à l'école.

De plus, M. Le Chenadec est le consultant Ingénierie Système.

Choix des méthodes de travail

Notre groupe de travail s'organisera de façon à ce qu'il y ait un coordinateur chaque semaine qui sera chargé de rédiger un compte-rendu des séances.

Afin d'avoir un suivi sur le long terme du déroulement de notre projet, nous mettrons en place un journal de bord rédigé à chaque séance. Il permettra de recueillir les avancées techniques mais aussi nos ressentis. Ces notes nous permettront de construire un rapport plus étoffé.

Enfin, chaque séance de travail se déroulera de la manière suivante :

- Définition des objectifs de la séance (5/10min)
- Travail personnel ou en groupe (selon les besoins)
- Mise en commun pour faire le point et éventuellement se réorganiser

- Rédaction du journal de bord

Ce schéma type nous permettra d'avoir une certaine agilité et de développer notre capacité à solutionner les problèmes.

La première partie de notre projet consiste à cerner les attentes du kinésithérapeute et de mener des recherches sur l'état de l'art. Nous devons mener une étude bibliographique pour connaître les différents types de capteurs, les moyens de communication (wifi, WiMax, Bluetooth, hertzienne spécifique), ainsi que les possibilités de miniaturisation.

Nous prendrons régulièrement contact avec M. Clément, par mail ou rencontre, pour le tenir informé de l'avancée du projet ainsi que pour discuter des problèmes auxquels nous serons confrontés.

Présentation du test actuel

Le test de marche de 6 minutes est un test utilisé dans le milieu médical pour évaluer la résistance à l'effort des personnes présentant une insuffisance cardiaque ou respiratoire chronique.

Les données relevées sont la distance parcourue, la pression artérielle, la fréquence cardiaque et la saturation en oxygène. Ces dernières sont évaluées grâce à un cardio-fréquencemètre et un saturomètre en début et fin de test. Il est également demandé au patient d'évaluer sa sensation de fatigue sur une échelle analogique et sa dyspnée, essoufflement, difficulté à respirer. L'échelle analogique de Borg graduée de 0 à 100 permet l'évaluation de la fatigue. À 0, le patient va bien, il ne ressent pas de signe de fatigue. À 100, le patient est exténué, le risque de mort est élevé.

L'analyse de la distance parcourue vise à évaluer la mortalité et la morbidité. En effet, pour une distance parcourue supérieure à 450m, le risque de mortalité est réduit à 2% tandis que si la distance est inférieure à 300m le risque est de 10%. La répétition des TM6 permet d'évaluer l'efficacité des traitements, de mesurer l'effet de la rééducation ou de la structurer et de mesurer le maintien à l'effort.

S'adressant à des personnes souffrant d'insuffisance cardiaque ou respiratoire, le système porté par les patients ne doit pas être trop encombrant ou trop lourd, pour que le test ressemble le plus possible à des conditions de vie normales pour le patient (par exemple si celui-ci va chercher son pain à la boulangerie).

De plus, la réalisation du test est susceptible de stresser les patients. En effet, un patient sujet au stress présentera une perte de capacités jusqu'à 40%. Ainsi le système ne doit pas être trop perturbant pour leur déplacement et non anxiogène. Le lieu de réalisation du test doit être adapté pour ne pas représenter une source de stress supplémentaire. Par exemple, réaliser le TM6 sur la piste d'un stade serait plus stressant que dans un couloir en milieu médical.

Il a été prouvé qu'il est nécessaire de réaliser un premier test sans prendre de afin de rassurer le patient. Lors du test, il doit être encouragé par le personnel médical, avec une voix neutre. Ces encouragements sont codifiés. Ils sont de la forme :

- "C'est très bien, continuez ainsi" à 30 secondes
- "C'est très bien, plus que 5 minutes, continuez ainsi" à la première minute.
- "C'est très bien, continuez ainsi" à 1 minute 30 secondes
- "C'est très bien, plus que 4 minutes, continuez ainsi" à la deuxième minute.
- "C'est très bien, continuez ainsi" à 2 minutes 30 secondes
- "C'est très bien, plus que 3 minutes, continuez ainsi" à la troisième minute.
- "C'est très bien, continuez ainsi" à 3 minutes 30 secondes
- "C'est très bien, plus que 2 minutes, continuez ainsi" à la quatrième minute.
- "C'est très bien, continuez ainsi" à 4 minutes 30 secondes
- "C'est très bien, plus que 1 minutes, continuez ainsi" à la cinquième minute.
- "C'est très bien, continuez ainsi" à 5 minutes 30 secondes
- "Je vais bientôt vous dire de vous arrêter" à 5 minutes 45 secondes
- "Et maintenant, arrêtez-vous" à 6 minutes

Lors de la réalisation du test de marche de 6 minutes, les données physiologiques du patient sont relevées uniquement au début et à la fin du test. Le suivi des mesures n'est pas continu dans le temps. Le test peut être perturbé par le passage de personnel dans le couloir, la chute de la canne d'un patient. Or pour prévoir un programme de rééducation adapté, les données doivent être connues avec une bonne précision (qui sera à définir plus tard dans le cahier des charges). La connaissance de l'évolution des paramètres physiologiques est essentielle pour prévenir tout excès de fatigue pouvant entraîner l'arrêt du test. L'échec du test pourrait traumatiser le patient.

Capteurs

Pour tous les capteurs que nous inclurons dans le système, nous devons nous assurer de leur innocuité pour le patient. Nous les testerons en premier lieu sur nous-même.

E.C.G.

Pour l'E.C.G., trois dérivations, c'est-à-dire trois électrodes suffisent.

Tension

L'étude de la tension n'est pas à prendre en compte pour le sujet.

Mesure de distance

Une feuille de calcul existe pour prévoir la distance qu'un patient parcourra en fonction de ses caractéristiques.

Jusqu'à présent, la distance était mesurée à l'aide de marquage au sol. La précision était de l'ordre de 5m. Sur un parcours de 400m, l'erreur est d'environ 1%. Notre objectif serait de la mesurer avec une précision de l'ordre du centimètre.

Mesure de vitesse

Après avoir mis en place un système capable de mesurer la vitesse du patient, nous tenterons de corréliser la tolérance à l'effort (donnée par le rythme cardiaque et la saturation en O₂) et la vitesse instantanée. Cela n'est pas fait dans la « littérature » ou du moins cela n'existe que pour les grands sportifs et non pour les insuffisants cardiaques et/ou respiratoires subterminales.

La vitesse angulaire du genou semble la plus pertinente à étudier. Le mouvement du genou ne comporte qu'un degré de liberté (flexion/extension). Avec une caméra 3D, des études de cinématiques ont déjà été menées. La cinétique est étudiée via des plaques de force couplées à un E.M.G. . Mais ce n'est pas l'ensemble de ces mesures qui nous intéressent. L'E.M.G suffira.

E.M.G. de surface de la cuisse

Nous ne pourrions pas récupérer de matériel d'électromyogramme déclassé car l'hôpital n'en possède pas de type non intrusif.

L'E.M.G. à développer aurait pour but l'étude du quadriceps afin d'établir une corrélation entre son amyotrophie et la courbe de survie des patients (plus vite apparaissent des amyotrophies, plus l'espérance de survie est faible).

L'E.M.G. nécessite deux électrodes (référence et mesure).

On s'intéresse au signal basique. L'étude portera sur l'enveloppe avec la méthode des moindres carrées [plus l'enveloppe est importante plus la quantité de fibres sollicitées l'est aussi].

Les électrodes que nous utiliserons seront les mêmes que celles de l'E.C.G. . Il suffira de mettre en place des amplificateurs.

Batterie

Les capteurs devront posséder une autonomie suffisante pour pouvoir réaliser le test en entier (10 minutes environ) et supporter des recharges fréquentes.

Si nous voulons étendre l'utilisation du système à d'autres utilisations, il faudra envisager des batteries à plus grandes autonomies.

Utilisation et traitement des données

La phase de traitement des données sera réalisée après le prototypage, en effet la priorité est l'élaboration de l'ensemble des capteurs sans fil.

Nous la réaliserons grâce aux données que nous récolterons suite à une installation de l'appareillage sur l'un des membres de notre équipe.

Corrélation de certains paramètres

Afin de rendre l'utilisation des données la plus efficiente possible pour le kinésithérapeute, il serait intéressant de coupler certaines mesures. En effet l'étude de la saturation, du rythme cardiaque et de la vitesse instantanée pourrait fournir la tolérance à l'effort du patient comme évoqué précédemment.

Données instantanées et différées

Toutes les données physiologiques ne sont pas utiles pendant le test.

En effet, certaines données devront être enregistrées, traitées puis retranscrites pour être analysées par les spécialistes une fois le test achevé. Leur consultation pendant le test ne représente que peu d'intérêt. Une présentation sous forme de courbe est à privilégier pour certains paramètres (présentation dans le milieu médical pour évaluer le travail par exemple).

Cependant certaines données nécessiteraient la mise en place d'alarme lorsqu'une valeur seuil est dépassée. Ce système pourrait être mis en place pour monitorer le rythme cardiaque, en laissant la liberté au kinésithérapeute d'adapter la valeur limite.

Certains paramètres comme celui de la vitesse angulaire du genou devront être convertis pour permettre la lecture en temps réel de la vitesse du patient.

Algorithmes de conversion

Pour réaliser la transformation des données nous pourrions utiliser des algorithmes publics voire privés sans rencontrer de problème de bien de propriété intellectuelle car notre projet est à but non lucratif ou non-commercial.

Interface

Les données devront être accessibles sur un ordinateur de l'hôpital. L'accès en temps réel aux données et aux alarmes sur un téléphone portable (de type Android par exemple) simplifierait la tâche du personnel médical.

Durant la gestion des données, la confidentialité de celles-ci devra être préservée par respect du secret médical.

Possibilité d'adapter le système pour d'autres tests

L'étude de la saturation en dioxygène au cours du temps permettrait l'autorégulation de la quantité de dioxygène à fournir aux patients. Cependant, cet aspect n'est pas à inclure dans notre projet.

Une version pour patient en bonne forme du test existe. Le patient marche sur 1km et le kinésithérapeute s'intéresse cette fois au temps mis par le patient pour effectuer cette distance. Le prototype mis au point pour le test TM6 pourrait peut-être être adapté pour satisfaire aussi ce test qui peut se dérouler en extérieur (système de GPS envisageable pour évaluer la distance et donc la vitesse en temps réel).

Conclusion

Grâce à cette rencontre, nous avons pu appréhender les objectifs de notre projet. Nous les regrouperons sous forme d'exigences pour préparer l'analyse d'ingénierie système que nous présenterons prochainement à M. Le Chenadec, consultant I.S..