

Travail de Maîtrise en Médecine no 335/13 code 1837

Étude de faisabilité pour une mesure fiable de la mobilité après fracture du membre inférieur chez l'enfant

Etudiante :

Iris Brouze

Tuteur

Dr. Nicolas Lutz MER, médecin adjoint de l'unité pédiatrique de chirurgie orthopédique et traumatologique (UPCOT)

Expert

Dr Michael Hauschild, Médecin-associé, Département d'endocrinologie-diabétologie-obésité pédiatrique (DEDOP)

Lausanne, le 14 décembre 2014

Plan

Abstract	3
Introduction	5
Buts	9
Méthode	9
Analyse des données	12
Résultats	13
Discussion	20
Conclusions	23
Remerciements	26
Références	26
Annexes	27

Abstract

Introduction :

Les fractures du membre inférieur (MI) de l'enfant traitées par immobilisation plâtrée engendrent une modification significative de la mobilité exacerbée en cas d'obésité. L'accéléromètre est un outil d'évaluation du degré d'activité physique (AP) de l'enfant scientifiquement validé. Il n'a jamais fait l'objet d'étude chez un enfant ayant souffert d'une fracture du MI. Le but de ce travail était d'identifier les problèmes dans l'utilisation d'un accéléromètre comme moyen de mesure de l'AP après fracture nécessitant une décharge du MI. Une adaptation de la réhabilitation post-traumatique en fonction du BMI pourrait alors être proposée.

Méthode :

Identification d'enfants âgés de 8 et 15 ans, victimes d'une fracture du membre inférieur, consultant aux urgences de l'Hôpital de l'Enfance d'octobre 2013 à mai 2014 et nécessitant une décharge post-traumatique. Etaient exclus les enfants polytraumatisés ou souffrants d'un déficit mental.

Données pré-requises des patients: âge, poids, taille, sexe, mécanisme de l'accident, type de fracture et traitement.

Proposition de port d'un Actiwatch® Spectrum au poignet et cheville pour la période de remobilisation en décharge. Identification des avantages et problèmes liés à l'usage de l'appareil durant les premiers 30 jours de la période de réhabilitation.

Importance :

L'absence totale d'étude sur la mobilité post-fracture, la complexité des problèmes liés à la marche en décharge, les contraintes de l'immobilisation plâtrée et la prévalence grandissante de l'obésité pédiatrique justifient la recherche d'un moyen fiable pour quantifier la mobilité d'un enfant en décharge après traumatisme du MI.

Résultats :

Sur 43 fractures du MI traitées à l'HEL durant la période de l'étude, 13 enfants identifiés, dont 1 exclu pour maladie psychiatrique, 1 refus de participation, 2 transferts immédiats, 2 non inclus pour causes pratiques. Sept garçons âgés de 11 à 16 ans ont accepté le port de l'Actiwatch® pour une durée variant entre 7 et 27 jours (moyenne 15). Nombre d'activités

(NA) médians de 5 enfants: $171,79 \pm 105,37$ [cpm]* à J1 et $219,48 \pm 145,52$ [cpm] à J5. NA totales médianes sur 24h : $114'072 \pm 44'791$ [cpm] à J1 et $234'452 \pm 134'775$ [cpm] à J5. Une dynamique de regain de mobilité est mise en évidence avec intensités maximales et minimales du nombre d'activités pour chacun. La médiane du temps de sommeil des 5 enfants était de $716 \pm 45,5$ [mn]. Les problèmes rencontrés ont été d'ordre mécanique (Un Actiwatch® fut défectueux), d'ordre pratique (un perdu et rendu tardivement, un port intermittent, une réaction allergique au bracelet à 4j de port).

Conclusions

La compliance à l'utilisation de l'Actiwatch® sur toute la durée de la décharge n'était pas optimale.

La mobilité moyenne des enfants était objectivable de par leur dynamique, leur intensité maximale et minimale et comparables vis-à-vis de certaines études. Une différence avec les sujets en surpoids est observable.

La durée de sommeil de chaque enfant suggère que l'antalgie administrée en cours de traitement est suffisante.

Utiliser ce capteur de manière prolongée et sur un grand collectif d'enfants serait un moyen fiable et simple d'objectiver la dynamique de reprise de l'activité physique chez ces patients.

Profil de l'étude : observation de cas.

Mots-clés : accéléromètre – BMI – enfants – fracture MI – activité – analyse.

*Counts per minute : nombre d'activités par minute.

Introduction

Le traumatisme est une des causes les plus fréquentes de consultation aux services d'urgences pédiatriques. Parmi ces traumatismes, celui du membre inférieur (MI) traité par plâtre engendre une modification significative du degré de mobilité de l'enfant. La rééducation des enfants avec traumatisme du MI se fait actuellement de façon identique quelles que soient leurs co-morbidités et/ou BMI. Elle est adaptée au cas par cas et modulée en fonction des problèmes rencontrés (type de traumatisme, fracture, sédentarité, douleurs, difficultés de mobilisation, apprentissage de marche avec des cannes, agencement du domicile, etc. ...).

Le surpoids dans la population pédiatrique a triplé ces 30 dernières années, avec une proportion d'enfants et d'adolescents en surpoids de 20 %, dont 5 % sont obèses en Suisse (Dr Hauschild). La prévalence de l'obésité (BMI>p95) chez les enfants se présentant aux urgences de l'HEL avec une fracture d'un os long était de 12.4% (période 2011-2014 : 2572 fractures dont 320 obèses) (Dr Lutz). Dimitri & al suggèrent que l'obésité pédiatrique aurait non seulement des impacts endocrinologiques mais aussi, contrairement aux adultes, une influence délétère sur le développement osseux des enfants [1].

L'enfant obèse a une tendance plus fréquente à souffrir de traumatismes qu'un enfant non obèse [2]. Parmi les hypothèses étiologiques, les difficultés de mobilisation, l'instabilité dans la marche ou la maladresse sont évoquées [1,2,3,4,5]. En effet, Mc Graw & al montrent que les obèses ont une stabilité médio-latérale inférieure aux garçons non obèses [3]. Kessler & al démontrent qu'un BMI grandissant est associé à un risque relatif augmenté de fracture de pied, cheville, genou, jambe [2].

Cette population vulnérabilisée tant au niveau de l'ossification que de l'équilibre et statistiquement surexposée au risque de fracture n'a encore jamais fait l'objet d'une étude de suivi de la rééducation à la marche après traumatisme.

L'activité physique d'un enfant est mesurable. Les accéléromètres sont un moyen de plus en plus répandu pour mesurer l'activité chez des enfants. Contrairement aux questionnaires, un accéléromètre est un outil de mesure objectif qui enregistre l'activité sur une période déterminable, allant jusqu'à plusieurs semaines. L'accéléromètre pare aux biais d'exagération ou d'oubli de report des données par l'enfant, mesure l'activité 24h/24 avec calcul des intervalles de repos, ce de la même manière pour tout patient. La fiabilité de mesure sur de longues périodes augmente d'autant plus si le capteur est imperméable et n'a

pas besoin d'être retiré lors de certains loisirs [6].

Pour ce travail, l'accéléromètre choisi est l'Actiwatch® Spectrum®, fait par Philips et dont le logiciel est Respironics. Les Actiwatch® de Phillips sont des outils de mesure compatibles entre eux (M.Ridgeway, Philips Respironics PA), validés scientifiquement et utilisés dans des études de référence [7,8].

La revue de la littérature sur l'usage des accéléromètres démontre que les informations systématiquement pré-requises chez les patients comprenaient l'âge, le genre, le poids et la taille. La majorité des capteurs étaient portés à la taille, avec des problèmes de compliance. Les autres sites de port étaient la cheville et le poignet, ce dernier étant lié à la meilleure compliance [6]. Les intervalles de mesure couramment utilisés étaient de 1 sec, 15 sec ou 1 min. La durée des études variait entre 4 h et 7 jours. Une journée avec moins de 600 min de mesures enregistrées n'était pas comptabilisée. L'analyse des données selon leur quantité et leur intensité se faisait sur base des comptes par seconde, par 15 secondes ou par minute [cpm]. Pour discriminer les intensités, des « Cut Points » étaient développés dont le plus utilisé était le Receiver Operator Characteristics (ROC) qui revient à l'allocation d'un seuil selon sensibilité et spécificité optimales en confrontant un compte mesuré avec une valeur physiologique ou une activité standardisée [7,8]. La discrimination des intensités d'activités a été divisée en quartiles dans une étude [9].

Plusieurs études internationales de mesure de l'activité physique des enfants à l'aide d'accéléromètres ont amené à l'élaboration de registres. L'International Children's Accelerometry Database (ICAD) a inclu entre autres des enfants suisses et a utilisé différents modèles d'Actigraph®, sans trouver de consensus de Cut-Points [10]. L'étude internationale de Vanhelst & al recrutait des enfants à partir d'une étude internationale de santé et nutrition chez les adolescents [11]. Cette recherche démontre aussi cette difficulté à déterminer des seuils précis. La tendance est donc actuellement à l'enrichissement des bases de données étant donné la difficulté d'uniformisation de catégorisation des intensités d'activité.

Les accéléromètres sont des outils qui captent les accélérations dans différents axes de l'espace et dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau 1. Les Actigraph® sont uni axiaux (accélérations verticales), le RT3 est triaxial et l'Actiwatch® est omnidirectionnel, sans évidence de supériorité de détection d'activité pour les omnidirectionnels vis-à-vis des uni axiaux [12]. Ils captent toute accélération, dans un ou plusieurs axes de l'espace et accumulent des comptes selon les intervalles de mesure prédéfinis.

Les Accéléromètres qui ont largement fait l'objet de grandes études internationales sont les Actigraph® GT3X et GT1M [10,11]. L'Actiwatch® a été utilisé dans des études de calibration et de catégorisation des intensités d'activité en conditions standardisées [7,8].

Tableau 1: Grille comparative des accéléromètres utilisés dans les études références

NOM	Actigraph® GT3X	Actigraph® GT1M	GENEactiv®	Actical® Mini Mitter	Actiwatch® Spectrum	
TYPE	Triaxial	biaxial	Tri axial	Multiaxial	Multiaxial	
PORT	taille	taille	Taille et poignet	Poignet, taille, cheville	Poignet (Spectrum) taille (AW 16/64)	
LOGICIEL	Actilife	Actilife	GENEA Post Processing software	Respironics	Respironics	
INTERVALLES DE MESURES	Dès 1 sec, nombre entier.	Dès 1 sec, nombre entier.	1, 5,10, 15, 30, 60 sec	1, 2, 5, 15, 30,60 secs	15, 30 sec. 1, 2, 5 min	
AVANTAGES	Inclinomètre ^a Vecteur magnitude ^b répandu.	Vecteur magnitude ^b répandu	Imperméable. Comparaison avec le GT1M. BMI ^c	Résistant à l'eau. Lieu de ports multiples.	Résistant à l'eau Se porte et fonctionne comme une montre	
DESAVANTAGES	Non résistant à l'eau	Non résistant à l'eau. Pas d'inclinomètre	Intervalles faits rétrospectivement	Autonomie faible : 12j données brutes	Cher > 2000CHF	
AGE ET SEUILS D'ACTIVITE	6-18yr	6-18yr	8-11yr (1s extrapolé)	7-18yr	Hip 7-18yr	Wrist 8-10yr (15s extrapolé)
Sédentaire	≤ 100	≤ 100	11.4	<100	<100	
Léger	101 - 2219	101 - 2219	NA	101 – 1499	101 - 900	320
Moyen	2220 - 4135	2220 - 4135	18.8	1500 – 6499	901-2200	1048
Vigoureux	≥4136	≥4136	59.4	≥6500	≥2200	1624
REFERENCES	Freedson 2005, ICAD ^d 2011, Hänggi 2012 [13]	Freedson 2005, Hänggi 2012, ICAD ^d 2011, Vanhelst 2013	Phillips 2012 [14], Schaefer 2012	Pfeiffer 2006 [15], Romanzini 2012 [16]	Puyau 2002 (hip) Ekblom 2012 (wrist)	

^a Inclinomètre: permet discrimination de la posture (assis, couché, debout)

^b Vector magnitude: déduit des 3 axes

^c BMI : Body Mass Index [kg/m²]

^d ICAD: International Children's Accelerometry Database

En conclusion, une grande variété des instruments de mesure est constatée, du fait de la diversité des appareils sur le marché, du site de port, des conditions d'utilisation, des comparatifs, etc. Cette variabilité a fait l'objet de plusieurs études, parfois pour différents modèles de la même marque simultanément utilisés [13,17].

Il existe des différences de valeurs non seulement entre les capteurs, mais aussi entre les sites de port de l'accéléromètre [18], les conditions de test de l'étude (quotidien ou exercices standardisés), les comparatifs, les valeurs contrôle et les référentiels métaboliques de calibration (MET, AEE,...) [7,8].

Les choix du matériel et de la méthode dans ce travail trouvent donc leur place dans ce contexte.

Buts

Les objectifs étaient de premièrement d'évaluer la pertinence de l'usage de l'accéléromètre pour mesurer l'activité d'un enfant après fracture du membre inférieur. Deuxièmement, il s'agissait d'identifier les problèmes d'utilisation de ces instruments pour trouver la meilleure manière de l'utiliser, que ce soit pour le site de port, la durée ou le mode de suivi des patients. La finalité de ce travail était de permettre une interprétabilité de ces données pour les études ultérieures.

Méthode

Matériel:

Le modèle utilisé est l'Actiwatch® Spectrum de Philips appartenant au service d'endocrinologie-diabétologie-obésité de l'Hôpital de l'Enfance.

C'est un outil validé par de nombreuses études pour mesurer l'activité chez les enfants (Puyau 2004) [7]. Il est composé d'un bracelet en silicone avec boîtier de 48 mm x 37 mm x 14 mm. Cet accéléromètre se porte comme une montre et indique l'heure. C'est un capteur multiaxial, qui capte les accélérations dans plus de 3 axes. Il est résistant à l'eau (1 m durant 30 mn), la poussière et la chaleur (5 à 40°C).



Les données sont traitées par le logiciel Respirationics. Il peut mesurer l'activité, capter les différents spectres de lumière et recueillir les intervalles de sommeil. Toutes ces options modulables à l'aide d'un calibrage affiné présent dans le logiciel ont été enregistrées. Le choix de garder tous les paramètres et de mesurer l'activité physique par intervalles d'1 min ont permis une durée de mesure de 28 j, ce qui concordait avec le contrôle clinique à 4 semaines post-fracture.

logging Interval

Epoch Length	Epochs per day	Logging time (activity only)	Logging time (activity and RGB light)
15 seconds	5760	45.5 days	9 days
30 seconds	2880	91 days	18 days
1 minute	1440	182 days	36 days

Note: Device also records in 2-minute and 5-minute epoch lengths, in photopic light-only mode, and in an RGB light only mode.

Accelerometer Details

Type:	Solid-state "Piezo-electric" accelerometer
Range:	0.5 - 2 G peak value
Bandwidth:	0.35 - 7.5 Hz typical
Sensitivity:	0.025 G (a 2 count level)
Sampling Rate:	32 Hz

Identification des participants

Cette étude d'observation de cas a été approuvée par le comité d'éthique vaudois à Lausanne le 14 novembre 2013. Les patients ont été approchés à l'hôpital de l'enfance de Lausanne uniquement.

Identification d'enfants âgés de 8 et 15 ans, victimes d'une fracture du membre inférieur, consultant aux urgences de l'Hôpital de l'Enfance d'octobre 2013 à mai 2014 et nécessitant une décharge post-traumatique. Etaient exclus les enfants polytraumatisés ou souffrants d'un déficit mental.

Données des patients telles que l'âge, poids, taille, sexe, mécanisme de l'accident, type de fracture et traitement ont été récoltées.

Proposition de port d'un Actiwatch® Spectrum au poignet et cheville pour la période de remobilisation en décharge. Identification des avantages et problèmes liés à l'usage de l'appareil durant les premiers 30 jours de la période de réhabilitation.

L'investigatrice principale appelait chaque jour un ou une assistante de l'UPCOT pour savoir s'il y avait un cas de fracture, et se rendait à l'HEL si son horaire le permettait.

Les participants étaient recrutés lors de leur hospitalisation.

Les participants reçurent une feuille d'information et de consentement (annexe 1) qui était signée d'une part par eux-mêmes et d'autre part par leur représentant légal.

Le projet de base était de faire une mesure prolongée pour observer la progression de l'activité durant le temps de réhabilitation et de formation du cal osseux (4-6 semaines).

Programmation des accéléromètres :

Préparer un l'Actiwatch® pour un patient exigeait la création d'un dossier pour chaque patient au préalable. Le logiciel ne demande ni le poids ni la taille du patient. Les intervalles de mesure qui permettaient environ 30 j de reprise de données étaient ceux d'1 min. Le programme de paramétrage de la durée de mesure se faisant par semaine, elle a été programmée à 28 j pour éviter le risque de batterie vide. De manière à identifier le site le plus approprié, deux capteurs par enfant ont été posés, un au poignet et l'autre à la cheville côté sain. Le moment du début et la durée de l'analyse choisis, les capteurs étaient donnés aux enfants et leur fonctionnement expliqué. Les accéléromètres étaient récupérés à la consultation à 4 semaines.

Suivi

L'étude n'a en aucun point changé le timing de la prise en charge médicale. La récupération des capteurs se faisait par l'investigatrice principale à leur visite de contrôle, sinon par dépôt des capteurs à la réception de la policlinique.

Récolte des données :

Transfert des données dans un tableau Excel qui montre un récapitulatif du nombre journalier d'activités, puis un rapport minute par minute. Quantification des données avec calculs de médianes et utilisation de Cut-Points de l'étude d'Ekblom & al pour qualifier les mesures à J1, J5 ou J7 [8]. Cette étude récente utilisait des accéléromètres Actiwatch® compatibles avec les Spectrum de notre étude, portées au poignet chez des enfants de 8 à 10 ans.

Analyse des données

Ekblom & al ont établi des Cut-Points sur des Actiwatch® au poignet à des enfants entre 8 et 10 ans en bonne santé dans des activités standardisées [8].

Ces seuils d'activité étaient établis selon les Metabolic Equivalents (MET). Ces METs équivalent à la dépense énergétique relative à une activité. Ekblom a donc utilisé ce repère métabolique et les a mis en comparaison avec les Receiver operating characteristic (ROC) pour déterminer la valeur seuil de chaque degré d'activité.

Pour ce travail, les Cut-points d'Ekblom & al ont été extrapolés de 15 sec à 1 mn.

Intensités d'activité	Ekblom : 15 s epoch Cut points	HEL : 60 s epoch Cut points
Light	80	320
Moderate	262	1048
Vigorous	406	1624

NB: les MET = TEE / REE (Total energy expenditure $\text{Kcal}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ / activity resting energy expenditure $\text{Kcal}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$). Les ROC correspondent à des valeurs dont la sensibilité et spécificité pour une intensité données sont les meilleures.

Résultats

Les données médicales sont données en médianes et regroupées dans le tableau 2. Les activités récoltées par les Actiwatch® sont traduites en courbes.

Données médicales

Sur les 43 enfants recensés avec fractures du MI traitées à L'HEL entre octobre 2013 et mai 2014, 13 ont été abordés. Il y eu 7 participants sur les 13 que nous avons identifiés (parmi les 6 non inclus, 1 habitait hors suisse, 1 allait être transféré à Yverdon, 1 ne souhaitait pas participer, 1 avait une maladie psychiatrique et 2 n'ont pas été recrutés pour raisons pratiques). Les sept garçons âgés de 11 à 16 ans acceptèrent le port de l'Actiwatch® pour une durée allant de 5 à 27 jours.

L'âge médian des patients est $13,5 \pm 2,5$ ans, la durée d'hospitalisation $9j \pm 7 j$, leur BMI 21 ± 5 [kg/m²]. La médiane de durée efficace du port de la montre était de 16 ± 11 jours. Les journées où < 600 mn d'activité n'étaient pas enregistrées ont été exclues.

**TABLEAU 2 : COMPARATIF DES
CARACTERISTIQUES DES PATIENTS**

Patient	1	2	3	4	5	6	7
Date hospitalisation	4-5.12.13	6 au 21.03.14	25 au 28.3.14	7-14.03.14	11-13.5.14	26-29.4.14	29.4 – 8.5.14
Durée hospitalisation [jours]	2	16	4	8	3	4	10
Age à l'hosp [ans]	11	16	15	12	13	14	12
Poids [kg]	47	74	80	41	-	55 (approximatif)	38
Taille [cm]	-	166	180	160	-	177	153
BMI		26.8	24.7	16.0		17.55	16.2
Percentile pour l'âge		93.8 ème	90.1ème	17.6 ^{ème}		23.9 ^{ème}	21.5
Type de fracture	Bi-malléolaire SH II du tibia et de la jonction métaphyso-diaphysaire distale du péroné à D	Fracture SH IV tibia distal et péroné distal à D.	Fracture-avulsion de la TTA G et du plateau tibial externe G	Fracture comminutive du calcaneum D	Fracture SH type II tibia proximal D non déplacée	Fracture spiroïde du 1/3 moyen diaphyse tibia-péroné et péroné proximal g	Fracture médio-diaphysaire transverse au fémur G
Mécanisme	Skateboard	Roller	Saut en hauteur	ski	Salto	Hockey	Football
Co-morbidités		Osgood Schlatter bilatéral	Osgood Schlatter (pas plus précisé)				Pityriasis versicolor
Type de traitement et procédure	Conservateur : plâtre	Réduction ouverte et ostéosynthèse	Réduction ouverte et ostéosynthèse	Réduction ouverte et ostéosynthèse	Conservateur: plâtre	Embrochage avec 2 ECMES.	Réduction fermée et ECMES
Durée port efficace accéléromètre [jours]	5	19	27	8	11	inconnue	inconnue
Remarques particulières	Pas de pédiatre Surpoids non suivi (P97)	Suivi au DEDOP, surpoids (P94) (Délai dans la reprise de force et équilibre ?)	Très sportif (> 6h de sport par semaine)		Adressée depuis Rolle, pas de Radio PACS web	Sportif haut niveau	
Remarques sur accéléromètres	Sous version démo du logiciel Réaction cutanée au bracelet		Accéléromètre en panne sous la douche	Durée de port du capteur mal comprise	Rendu en février 2015	Inversion du port des accéléromètres. Celui du pied inutilisable.	Perdu dans l'HEL

*SH : Salter-Harris

**ECMES : enclouage centromédullaire stable

*** TTA : Tubérosité Tibiale Antérieur

Voici un exemple de rapport d'activité et d'exposition à la lumière du jour appelé « Rapport des cliniciens ». L'accéléromètre capte les différents spectres de couleur. Le noir représente l'activité.

Ce graphique permet un calcul des intervalles de sommeil et d'éveil.

Actogramme :

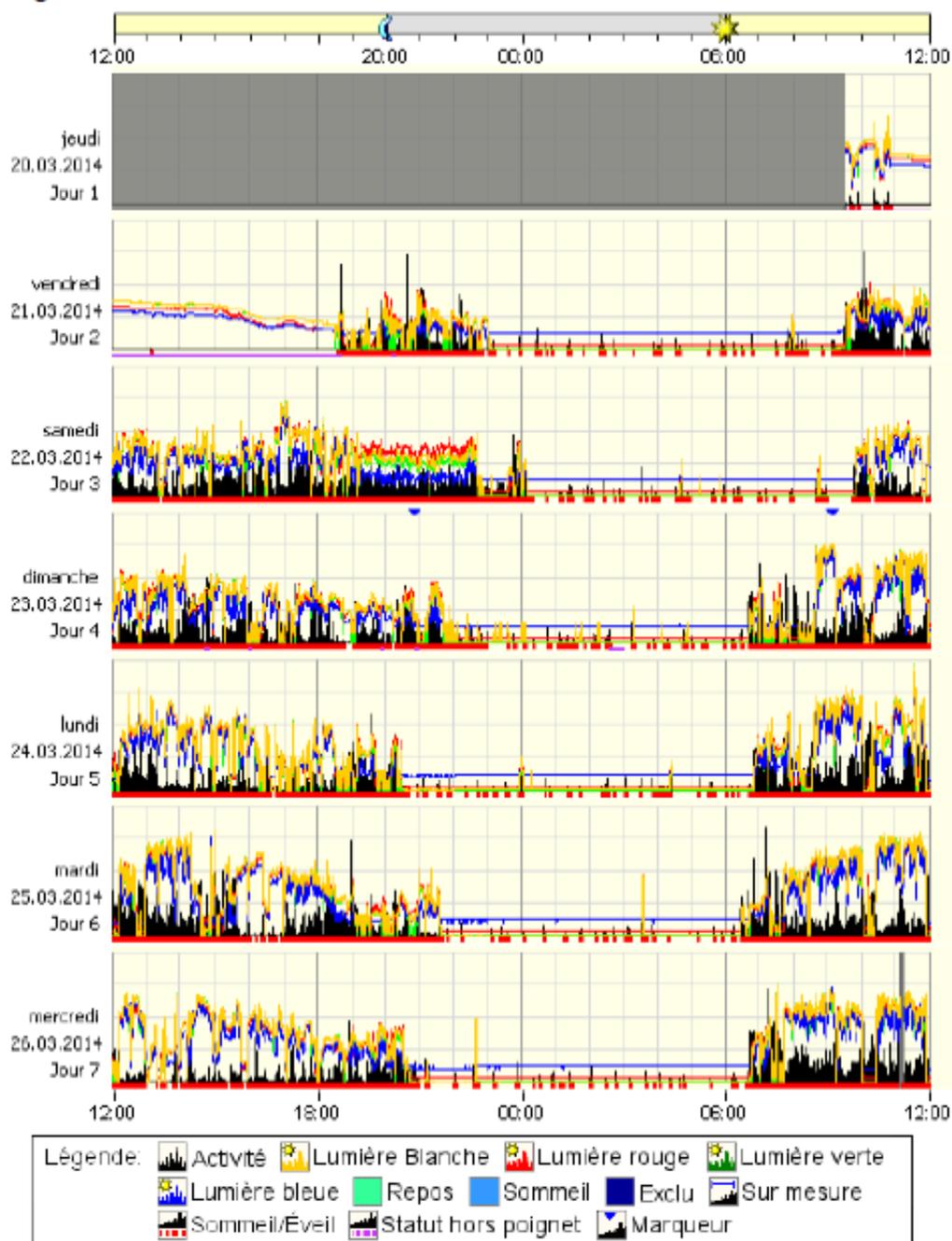


Fig. 1 : Actogramme.

Il permettrait un isolement grossier des périodes d'activité les plus intenses et les calmes avant une analyse affinée dans le tableau Excel.

Les Tableaux Excel

Un document regroupant les statistiques journalières ainsi que les données récupérées à chaque intervalle est obtenu sur Excel.

Les Nombre d'activités (NA) moyens par minute ont été supprimés parce qu'ils dévalorisent l'activité physique en la moyennant sur toutes les minutes de la journée. L'exposition aux différents spectres de lumière a également été exclue : maintenue par précaution, elle ne trouve pas de pertinence suffisante dans cette étude.

Il a été décidé d'utiliser le pourcentage de temps hors poignet pour évaluer la compliance, les NA totaux de 24h pour évaluer leur quantité globale d'activité et enfin les NA standard qui représentent les activités comptabilisées lors de périodes non nulle.

En annexe 3 les tableaux Excel de chaque patient après tri des données récupérées.

Les Courbes d'activité

Dans les figures qui suivent, la courbe verte représente un garçon de 12 ans mince (patient 4), la rouge un de 15 ans sportif (patient 3), la courbe bleu clair un de 13 ans mince (patient 5), la bleu foncé un de 16 ans en surpoids (P94) (patient 2) et la violette un de 11 ans en surpoids également (P97) (patient 1).

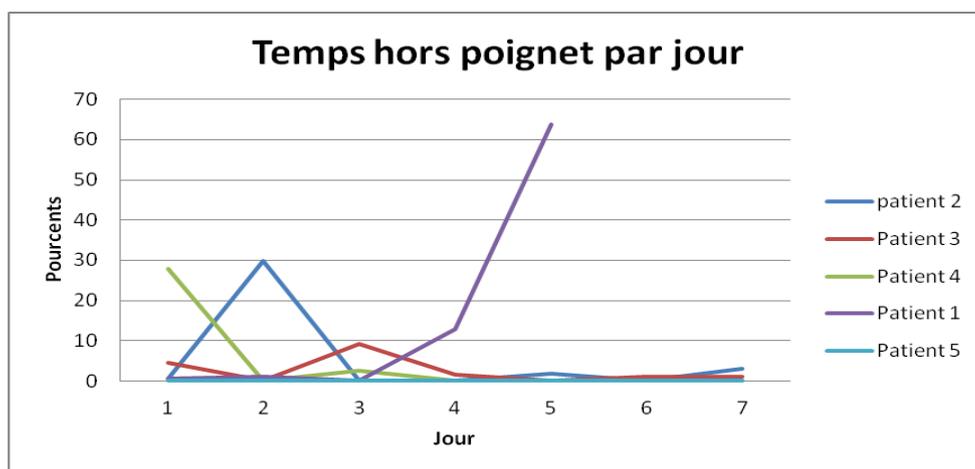


Fig.2 : Pourcentage du temps par jour où l'accéléromètre du poignet n'a pas été porté, sur une période de 7 j.

Rem : Patient 1 : réaction allergique au bracelet au 5^{ème} jour.

Patient 2 : oublie temporairement de porter son capteur à J2.

Patient 3 : n'a pas tout de suite compris les consignes.

Patient 4 : oublie temporairement son capteur à J3.

Patient 5 : Actiwatch® portée 7 j sans interruption.

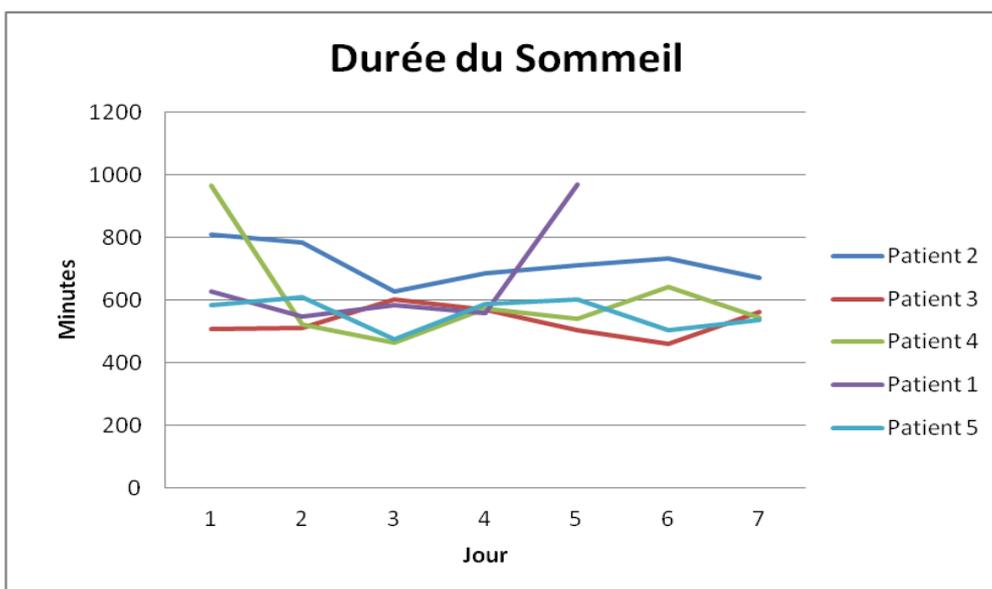


Fig.3 : Temps de sommeil de chaque patient durant 7j.

Rem : le temps moyen de sommeil était de 626 [mn], avec une médiane de $716 \pm 45,5$ [mn].

Pour le patient 1, arrêt du port à J5.

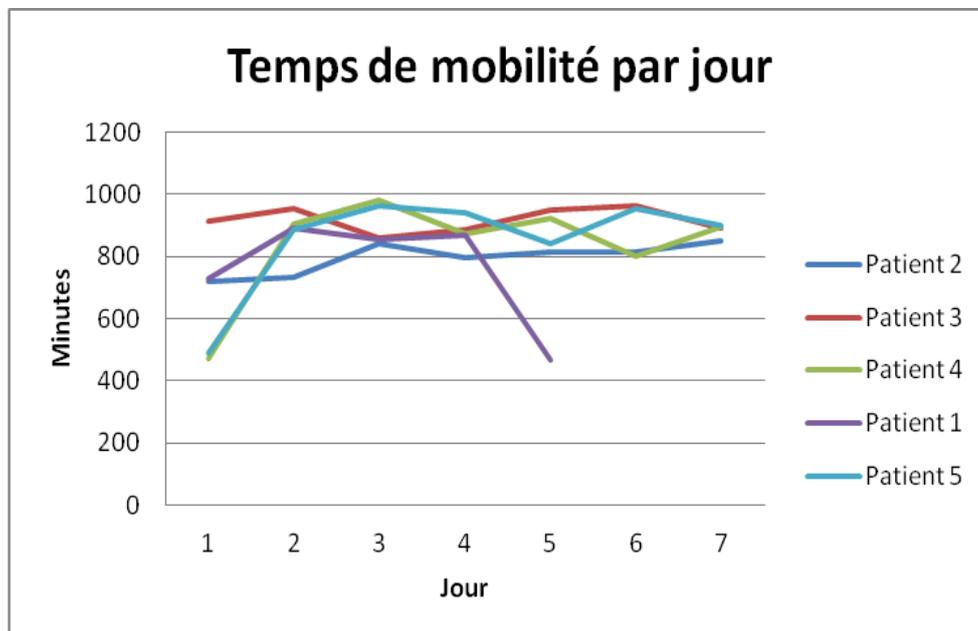


Fig.4 : Moyenne des temps de mobilité de chaque patient sur 7 j.

Rem : Patient 1 arrêta de porter sa montre à J5.

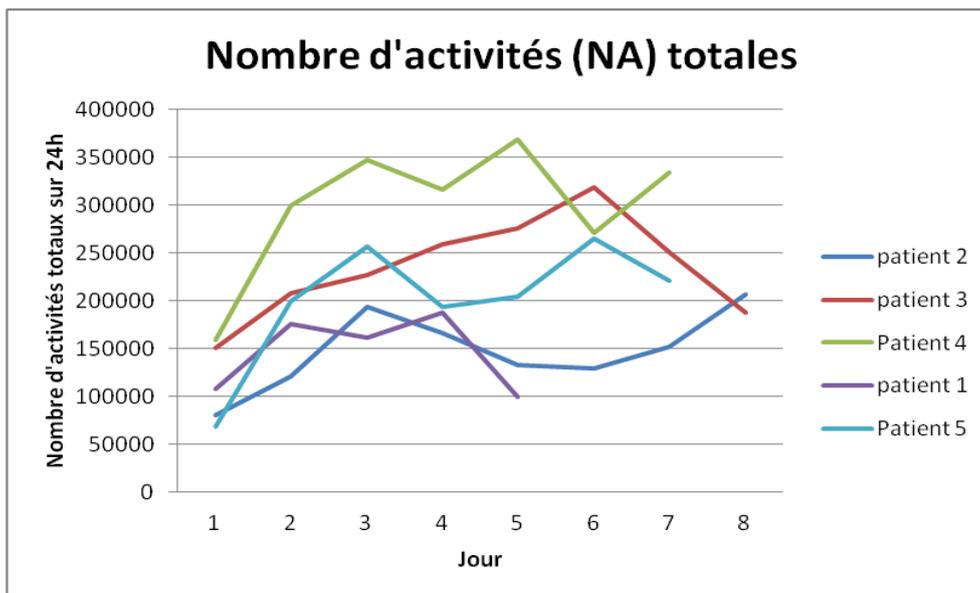


Fig.5 : Compte d'activités totales par jour et par patient en [cpm]* sur 7 j.

Rem : les NA totaux médians sur 24h étaient de 114'072±44791 [cpm] à J1, 234'452 ±134'775 [cpm] à J5 et 243'527±90'790 [cpm] à J7.

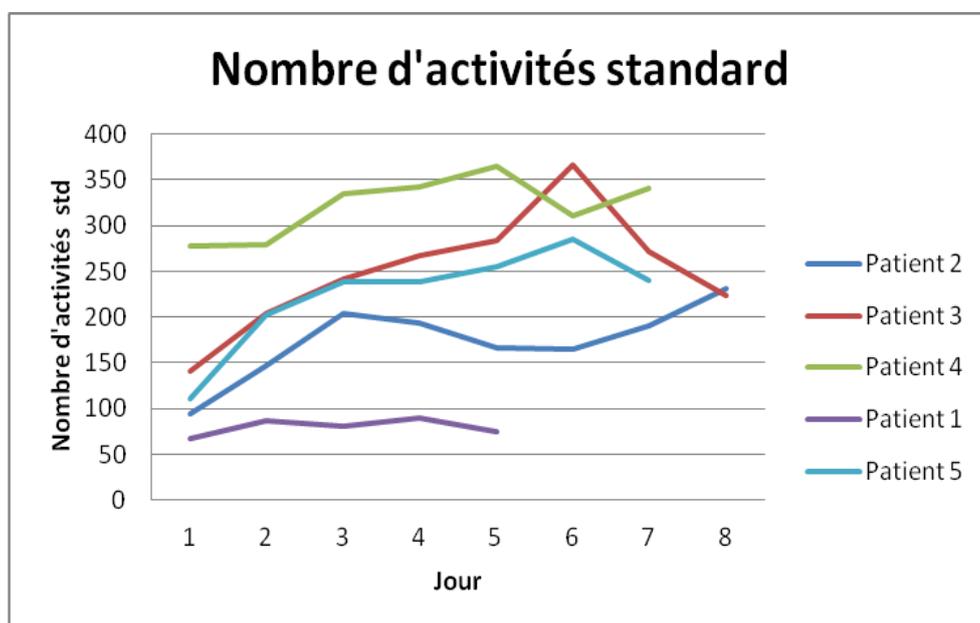


Fig. 6 : Compte moyen journalier d'activités pour les périodes où l'enfant bouge, mesurées par jour, sur 7 j.

Rem : le compte moyen journalier d'activités par période des 5 enfants étaient de 171,79 ±105,37 [cpm]* à J1, 219,48 ±145,52 [cpm] à J5 et 265,785±75,775 [cpm] à J7.

*Comptes par minute

Les minima et maxima absolus des NA étaient les suivants : 0 [cpm] pour tous les patients et 5586 [cpm] pour le patient 3 à J6.

Table 3 : NA maximaux à J1, J5 ou J7 pour chaque patient

		Comptes par minutes maximaux			
		J1	J5	J7	Record du patient
Cas	Patient 1	499	515		971 (J3)
	Patient 2	737		1669	3104 (J20)
	Patient 3	1111		2075	5586 (J6)
	Patient 4	2677		3537	3537 (J7)
	Patient 5	1086		3890	3890 (J7)

Rem : des différences d'intensités d'activité se remarquent déjà à J1, avec les patients 3 et 4 entrants en activité modérée (>320 [cpm]). À J7, presque tous ont atteint à un moment donné le seuil d'activité vigoureuse (>1624 [cpm]), mais là encore persiste une différence avec les patients minces et ceux en surpoids. En effet, les courbes des patients en surpoids sont globalement inférieures à celles des garçons minces en ce qui concerne l'activité totale ou standard.

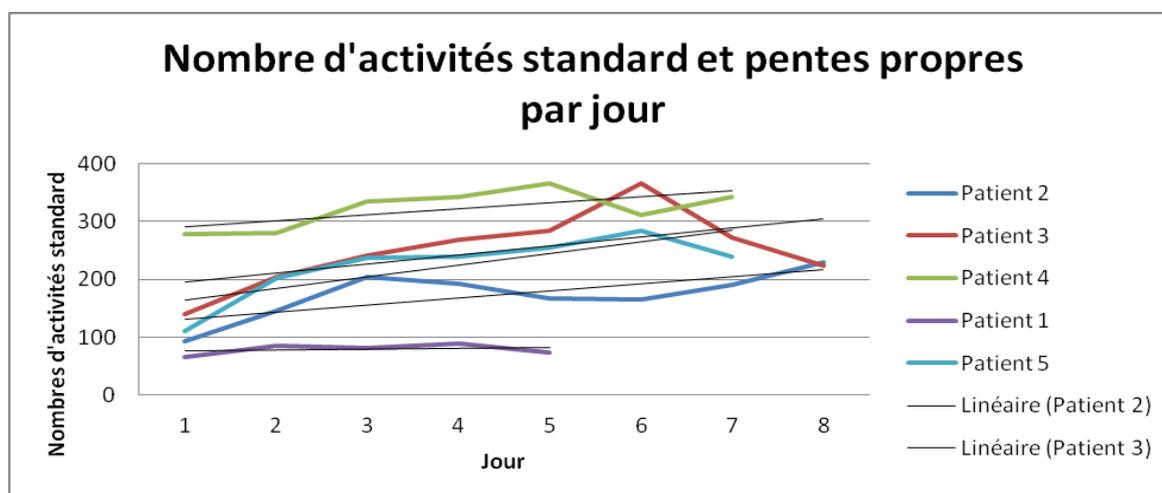


Fig.7 : Mesure de l'activité standard journalière par patient durant 7 j avec calcul de la tendance (pente propre «—»)

Rem : pour chaque patient, la pente est ascendante. On remarque que la pente des enfants en surpoids (patient 1 et 2) est inférieure à celles des enfants sans surpoids.

Les problèmes rencontrés furent les suivants : un Actiwatch® fut défectueux, un a été égaré dans l'hôpital, un nous est revenu en février 2015. Un a été porté de manière intermittente et un enfant a fait une réaction cutanée au bracelet.

Discussion

Cette étude a permis de mettre en évidence l'intérêt potentiel de l' Actiwatch® dans la mesure de l'activité physique d'un enfant après fracture et d'identifier les problèmes pratiques liés à son port continu.

Logistique et recrutement

Sur les 43 enfants recensés avec fractures du MI traitées à l'HEL entre octobre 2013 et mai 2014, 13 ont été abordés. Il y eu 7 participants sur les 13 que nous avons identifiés.

Malgré les 35 fractures du tibia et les 8 fractures fémorales, il a été difficile de proposer l'étude à tous ces enfants. Malgré la présentation avec un médecin cadre dans tous les services de l'hôpital, les feuilles d'information rouges dans les boxes et les bureaux des assistants, malgré la prise de numéros de certains médecins, le taux d'inclusion fut faible.

Ceci est lié à plusieurs facteurs : investigatrice principale en cours ou examen, absence de permanence quotidienne au sein de l'HEL et collaboration non optimale de l'équipe médicale. D'ailleurs, il était parfois difficile de voir les enfants à J0 du traitement.

Un seul hôpital limite clairement le nombre de cas.

Il n'y a de prise systématique du poids et taille pour chaque enfant arrivant aux urgences.

Site de port de l'accéléromètre

Rowlands & al démontrent qu'il n'y a pas de consensus universel de meilleur site de port [18]. Il a été démontré que le port de montre est certes moins fidèle entre le poignet vis-à-vis de la cheville ou hanche, mais que le gain de compliance au poignet compense la perte de qualité de mesure [14,19]. A relever également que dans ces études la durée du port de la montre n'excédait pas 7 j et que les soucis de compliance étaient rencontrés avec les accéléromètres portés à la taille.

L'Actiwatch® Spectrum, même s'il n'est pas utilisé dans les études internationales de mesure d'activité, a un avantage indéniable : il se porte et fonctionne comme une montre. Ceci est probablement un élément majeur dans la grande compliance des patients avec des durées de port jour et nuit allant jusqu'à 27 jours.

Le site de la cheville fut un mauvais choix, de par la forme du capteur, de la difficulté à conserver un contact avec la peau. Un appareil avec incorporation dans le plâtre sans besoin de contact à la peau serait intéressant.

Compliance et tolérance

Elle a été quasi nulle au niveau du port de l'Actiwatch® à la cheville, avec un record de 5j de maintien. La compliance au poignet a été la meilleure et peut être optimisée.

J'ai moi-même porté deux accéléromètres durant une semaine, en mars 2013.

L'Actiwatch® ayant le format d'une montre, son port à la cheville était impossible sans chaussette ou bandage. Il se désactivait lorsqu'il ne touchait plus ma peau. Je n'ai par contre rencontré aucune difficulté avec l'accéléromètre porté au poignet.

Il serait intéressant de réduire les biais d'inversion de site de port en ne proposant que le poignet. Bien expliquer le mode de fonctionnement du capteur vis-à-vis du contact nécessaire à la peau est important.

Il est de plus nécessaire, au vu de l'expérience, d'informer le patient à propos de la possibilité de réaction allergique : un retrait avec nouvel essai à 24h serait à tenter dans ce cas de figure.

Méthode de mesure

Maintenir le port durant 28 jours est pertinent pour avoir un suivi continu durant la période de guérison de l'enfant. Néanmoins, à l'instar d'autres études, faire faire quelques exercices standardisés au même stade de guérison à tous les enfants recrutés permettrait une comparaison plus rigoureuse de leur progrès. Nous pourrions par exemple, faire de la marche, des escaliers et de l'équilibre à un rendez-vous de contrôle.

L'alternative serait la mesure de l'AP après ablation du plâtre. En effet, durant la période de reprise de la marche en charge, le degré de mobilisation influence sur la vitesse de guérison de la fracture.

Analyse des données :

Comme discuté dans l'introduction, les données pré-requises sur les patients étaient l'âge, poids, genre, taille. Or il a souvent manqué le poids et la taille parmi les patients recrutés. L'intensité recommandée pour réduire les FRCV chez les jeunes est le Moderate-to-vigorous-Physical-Activity (MVPA) (OMS). Ce seuil a été décrit avec des Actigraphs, mais pas des Actiwatch® .

En pratique, le port des accéléromètres demande un temps d'habituation avant l'obtention d'une compliance quasi-totale (Fig.2).

A la grande surprise, nous observons une durée de sommeil moyenne de 626 [mn], ce qui suggère antalgie adaptée et un repos suffisant malgré l'inconfort qu'un plâtre peut procurer. Les autres fonctions de l'Actiwatch®, qui sont le calcul des intervalles de sommeil et la captation des différents spectres de lumière, pourraient être d'avantage exploitées pour objectiver la qualité de la récupération après traumatisme du MI au niveau métabolique (Dr Hauschild).

Il faudrait peut-être dans ce sens étayer cette étude dans les axes suivants :

- Le développement l'analyse des données Actiwatch® au poignet selon le BMI.
- L'atteinte d'un certain seuil d'activité pour parler de récupération complète d'une activité après un traumatisme du MI. L'activité du jeune étant inconnue avant sa fracture, il serait nécessaire d'avoir des cas contrôle. Une étude de ce critère pourrait constituer les recherches futures.
- Suivre la quantité de sommeil et l'exposition aux spectres de lumière après traumatisme du MI.

Mésaventures et biais :

Seuls des garçons ont été identifiés. Parmi eux, deux enfants de 16 et 11 ans étaient en surpoids (P94 et P97 respectivement), 2 de 15 ans pratiquant ≥ 6 h de sport/semaine et 3 enfants de 10, 11 et 13 ans.

De plus, les fractures dont ils étaient victimes concernaient toutes le membre inférieur certes, mais différaient par leur niveau ou leur type, ce qui change le traitement.

Le moment du recrutement pouvait varier entre J0 et J1, ce qui peut changer la forme des courbes d'activité.

Les Cut-Points utilisés dérivent d'un accéléromètre calibré avec des périodes de 15 sec, alors que les nôtres captent par intervalles d'une minute. Les enfants de l'étude avaient entre 8 et 10 ans, les nôtres entre 10 et 15 ans.

D'autres Cut-Points auraient pu être utilisés : ceux de l'étude Puyau & al de 2004[8]. Cette étude portait sur des enfants âgés de 7 à 18 ans et utilisait également des Actiwatch® compatibles. Malheureusement ces capteurs étaient portés à la hanche.

L'usage du logiciel n'ayant jamais été fait au sein de l'hôpital, il fallut activer la version définitive.

Le calibrage des capteurs dépend de paramètres que je ne maîtrise malheureusement pas. Ces paramètres peuvent peut-être optimiser l'analyse des données ou améliorer la mesure. La société de vente des accéléromètres recommande un spécialiste à disposition pour

mener des études avec ces appareils, au vu des multiples ajustements possibles.

A noter que la notice mentionne une durée de vie des batteries de 2 ans. Un accéléromètre demeurant illisible sans notion de dommage particulier, ceci est probablement dû au manque de batterie. Ces batteries doivent être changées à la maison mère selon le guide d'usage. Il serait peut-être avisé de faire contrôler leur autonomie, voire les recharger pour les études à venir.

Malgré la feuille de consentement, il y a eu des incompréhensions ou de mauvaises explications, ce qui a altéré la fiabilité de certaines valeurs du capteur.

Conclusions

Fiabilité et moyen de port:

Un accéléromètre porté au poignet et résistant à l'eau est un moyen fiable de mesurer l'activité physique d'un jeune enfant après fracture du MI.

La mesure à la cheville a, à chaque fois, été problématique. L'accéléromètre cesse de fonctionner une fois le contact à la peau perdu. Celui-ci ayant le format d'un bracelet montre, il ne tenait qu'une fois coincé dans une chaussette.

A améliorer :

- Être plus attentif à la mesure du poids et taille au sein de l'hôpital.
- Calibrer l'Actiwatch® par périodes de 15sec pour rapprocher les valeurs de notre étude de référence.
- Permettre l'usage d'un carnet/protocole pour que l'enfant puisse rapporter les activités qu'il a pratiquées durant la durée du port de la montre afin de mieux corrélérer les graphes OU prendre 5-10mn sur un rendez-vous pour reprendre avec lui l'actogramme afin de savoir ce qui se passa chaque jour.
- Ajouter des séquences d'exercices avec les cannes comme comparatif plus précis entre enfants.
- Mettre dans la feuille d'information et consentement un engagement à rendre l'accéléromètre dans les 2 mois après la fin de l'étude. A noter que le dernier accéléromètre nous est parvenu début février 2015.

Développement, recommandations

Enrichir la base de données récupérée permettrait de développer ce travail. La plupart des études utilisaient d'une part des paramètres physiologiques de dépense énergétique (Fréquence cardiaque, VO₂) et d'autre part un programme statistique avec modèle de régression pour quantifier et classer les activités de chaque capteur.

Avoir une personne de référence pour recruter un maximum de cas et manipuler le logiciel est nécessaire.

Une étude multicentrique permettrait un recrutement plus important et une meilleure connaissance de l'analyse de la mobilité de l'enfant, en particulier si elle se fait avec un centre ayant déjà une expertise dans le domaine [10,11].

Développer la prise de données sur plusieurs années et dans différents hôpitaux. L'hôpital de l'enfance possède 25 Actiwatch® respironics, j'en ai utilisé 7. Peut-être pourrions-nous en amener dans 2 autres grands centres hospitaliers du canton de Vaud pour étayer notre base de données ? En effet, Youngwon Kim and al ont fait une revue systématique de toutes les grandes études d'accéléromètres utilisés pour définir les intensités d'activité physique chez les jeunes [20]. L'étude conclut qu'il n'y a pas de consensus pour la meilleure classification des intensités d'activités. Cette base de données pourrait être retravaillée et trouverait sa place dans la littérature autant qu'une autre recherche.

Ce travail a en outre permis d'entrevoir le potentiel des autres fonctionnalités de l'Actiwatch® . Faire porter cette montre à la remobilisation ou développer des travaux sur le sommeil des enfants après fracture du MI pourrait faire l'objet de travaux pionniers dans l'avenir.

Proposition de Protocole d'une étude complémentaire que nous proposons serait le suivant :

Hypothèse, but, objectifs, critères de jugement, justification, sélection des sujets : idem

Déroulement de l'étude et investigations prévues :

- Type étude : prospective.
- Durée étude : 2 ou 4 ans.
- Sites : au moins 2, ou 2 étudiants/médecins sur site, par exemple Lausanne et Yverdon.
- Pas de changement par rapport à un traitement standard, le recrutement se fera durant

l'hospitalisation ou l'arrivée aux urgences. Suivi concordant aux visites post-fracture. Eventuellement questionnaire à remplir en attendant la radio de contrôle.

- *Surveillance médicale* : avec cette fois insistance sur la prise du poids et de la taille.
- *Rôle du personnel infirmier, évaluation des risques, couverture assurance* : *idem*.
- *Formulaire d'information et de consentement* : y ajouter l'engagement à rendre le matériel dans les 2 mois suivant l'hospitalisation de l'enfant.
- *Méthode* : port d'un accéléromètre au poignet. Marche, descente- montée escaliers et équilibre sur pied sain lors de la visite à J14 et J30 et/ou analyse comparative des pentes propres.
- *Traitement des données personnelles et d'échantillons biologiques, plan de financement, information au personnel soignant médical et paramédical* : *idem*.

Take home messages :

- Les accéléromètres sont tellement variables entre eux que la littérature parle de « Accelerometer Conondrum » [18].
- L'Actiwatch® gagne largement à être connu. En effet, il est suffisamment confortable pour pouvoir dormir avec. Il n'a de plus pas besoin d'être retiré tout au long de la mesure, contrairement à nombre de ses concurrents.
- Les données récupérées sur le sommeil après fracture du MI suggèrent une antalgie et une récupération efficace et n'a pas fait l'objet d'une étude. Cette découverte pourrait être objectivée lors d'un prochain travail.
- Il existe certaines études de suivi de l'activité chez des personnes malades, par exemple souffrant de fibromyalgie ou de mal de dos. Ce travail trouve tout à fait sa place dans ce contexte, surtout qu'il est possible d'avoir quelques enfants en surpoids.
- Le principal challenge dans le futur sera celui de l'interprétation de données de l'Actiwatch® et de leur compatibilité vis-à-vis de données récupérées chez des sujets sains lors d'études, peut-être internationales [10,11].
- Il faudrait, à l'instar des autres études de référence, utiliser ces Actiwatch® en conditions standardisées après fracture du MI pour évaluer l'activité. Par exemple faire les escaliers, 50m, tenir sur la jambe saine le plus longtemps possible pour éviter un maximum de biais autres que la masse corporelle.
- L'Actiwatch® est en phase avec le développement de la médecine connectée et l'analyse continue de multiples variables de notre activité quotidienne. Avec la médecine connectée, le monitoring des paramètres métaboliques est de plus en plus développée.

L'Actiwatch® appartient à une classe d'instruments actuels de mesure pour dans le futur adapter la physiothérapie et/ou mettre en évidence des différences dans les besoins en traitement.

Remerciements

Merci aux patients et parents de patients d'avoir accepté de participer à notre étude, pour leur politesse et leur bonne volonté.

Merci aux infirmiers de la polyclinique et de l'étage d'hospitalisation de l'HEL pour leur collaboration.

Merci aux secrétaires médicales de la polyclinique et Mme Schäfer pour leur aide précieuse.

Merci aux médecins-assistants de la polyclinique, aux Dr Tercier, Dresse Bourgeois, Dr Moerenhout et Dresse Donzelli pour leur disponibilité et leur aide.

Merci aux référents Philips Respironics, M. Dario Puoti et M. Peter Ridgway, pour leur aide.

Je remercie également le service d'endocrinologie-diabétologie-obésité de l'HEL pour le prêt des accéléromètres. Merci à Mme Borloz et Mme Ihdina pour leur aide. Merci au Dr Hauschild pour ses suggestions.

Merci au Dr Lutz, sans qui j'aurais désespéré depuis bien longtemps !

Références

Contrepoids : http://contrepoids.hug-ge.ch/informations/obesite_enfants_ados.html

1. Dimitri P., Bishop N., Walsh J.S., Eastell R. Obesity is a risk factor for traumatisme in children but is protective against traumatisme in adults : A paradox. J Bone 2012 ; 50 : 457- 66.
2. Kessler J., Koebnick C., Smith N., Adams A. Childhood obesity is associated with increased risk of most lower extremity traumatisms. Association of Bone and Joint Surgeons 2012. Clin Orthop Relat Res, DOI 10.1007/s11999-012-2621-z.
3. McGraw B., McClenaghan B.A., Williams H.G., Dickerson J., Ward D.S. Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. Arch Phys Med Rehabil 2000 ; 81 : 484-9.
4. Ku P.X., Osman A., Yusof A. Wan Abas W.A.B, Biomechanical evaluation of the relationship between postural control and body mass index. Journal of Biomechanics 2012 ; 45 : 1638-42.
5. D'Hondt E., Sergers V., Deforche B., Shultz S.P., Tanghe A., Gentier I., De Bourdeaudhuij I., De Clercq D., Lenoir M. The role of vision in obese and normal-weight children's gait control. J Gait & Posture 2011 ; 33 : 179-84.

6. Schaefer SE, Van Loan M, German JB(2014). A Feasibility Study of Wearable Activity Monitors for Pre-Adolescent School-Age Children. *Preventing Chronic Disease* 2014;11:E85. DOI : 10.5888/pcd11.130262.
7. Puyau, M. R., Adolph, A. L., Vohra, F. A., Zakeri, I., & Butte, N.F. (2004). Prediction of activity energy expenditure using accelerometers in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 1625–1631.
8. Ekblom, O., Nyberg, G., Ekblom, E. B., Ekelund, U., & Marcus, C. (2012). Validity and comparability of a wrist-worn accelerometer in children. *Journal of Physical Activity and Health*, 9(3), 389–393.
9. Kristensen PL, Møller NC, Korsholm L, Wedderkopp N, Andersen LB, Froberg K. Tracking of objectively measured physical activity from childhood to adolescence: the European youth heart study. *Scand J Med Sci Sports*. 2008 Apr;18(2):171-8. Epub 2007 Jun 6 .
10. Sherar, L. B., Griew, P., Esliger, D. W., Cooper, A. R., Ekelund, U., Judge, K., & Riddoch, C. (2011). International children's accelerometry database (ICAD): design and methods. *BMC Public Health*, 11(1), 485.
11. J. Vanhelst, L. Béghin, J. Salleron, J. R. Ruiz, F. B Ortega, C. Ottevaere, D. Molnar, A. Kafatos, Y. Manios, K. Widhalm, J.A. Casajus, B. Mauro, M. Sjöström & F. Gottrand (2014). Impact of the choice of threshold on physical activity patterns in free living conditions among adolescents measured using a uniaxial accelerometer: The HELENA study, *Journal of Sports Sciences*, 32:2, 110-115.
12. Freedson, P., Pober, D., & Janz, K. F. (2005). Calibration of accelerometer output for children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(11), S523–530.
13. Hänggi JM¹, Phillips LR, Rowlands AV(2012). Validation of the GT3X ActiGraph in children and comparison with the GT1M ActiGraph. *J Sci Med Sport*. 2013 Jan;16(1):40-4. doi :10.1016/j.jsams. 2012.05.012. Epub 2012 Jun 29.
14. L.R.S. Phillips, G. Parfitt, A.V. Rowlands. Calibration of the GENEa accelerometer for assessment of physical activity intensity in children, *Journal of Science and Medicine in Sport* 16 (2013) 124–128.
15. Pfeiffer KA, McIver KL, Dowda M, Almeida MJ, Pate RR. Validation and calibration of the Actical accelerometer in preschool children. *Med Sci Sports Exerc*. 2006 Jan;38(1):152-7.
16. Romanzini M, Petroski EL, Ohara D, Dourado AC, Reichert FF. Calibration of ActiGraph GT3X, Actical and RT3 accelerometers in adolescents. *Eur J Sport Sci*. 2014;14(1):91-9.
17. Trost S.G, Loprinzi, P.D., Moore, R., & Pfeiffer, K.A. (2011). Comparison of accelerometer cut points for prediction activity intensity in Youth. *Medicine & Sciences in Sports & exercise*, 36, 1259-1266.
18. A.V. Rowlands, K. Rennie, R. Kozarski, R. M. Stanley, R. G. Eston, G.C. Parfitt, and T.S. Olds (2014). Children's Physical Activity Assessed With Wrist and Hip-Worn Accelerometers *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Publish Ahead of Print.
19. A.C. Routen, D. Upton, M.G. Edward & D.M. Peters (2012) Discrepancies in accelerometer-measured physical activity in children due to cut-point non-equivalence and placement site, *Journal of Sports Sciences*, 30:12, 1303-10.
20. Kim Y, Beets MW, Welk GJ. Everything you wanted to know about selecting the "right" Actigraph accelerometer cut-points for youth, but. . . : a systematic review. *J Sci Med Sport* 2012; 15(4):311–321.

Annexes :

1. Information et consentement des patients.
2. Information au personnel pour l'annonce de recrutement de patients.
3. Tableau Excel des données récupérées chez chaque patient.
4. Approbation du CE vaudois du 14.11.2013

