

La chute à domicile

Protocole d'évaluation expérimentale des performances de détecteurs de chute du marché



Juin 2013

Etude réalisée par
le laboratoire



1.- Matériel et Méthode	3
1.1. Participants.....	3
1.2. Procédures expérimentales	3
2.- Analyse des données.....	5

Table des figures

Figure 1. Plan de l'appartement instrumenté servant aux expérimentations.....	3
---	---

Table des tableaux

Tableau 1. Matrice de confusion de la classification des chutes.....	5
--	---

Objectif

L'objectif de cette étude est d'évaluer, en laboratoire chez des volontaires, la performance de 3 détecteurs de chute disponibles sur le marché, en termes de sensibilité et de spécificité.

1. Matériels et méthode

1.1. Participants

Cinq jeunes adultes en bonne santé (âge : $25,8 \pm 5,4$ ans ; poids : $65,6 \pm 16,5$ kg ; taille : $170,4 \pm 9,6$ cm ; moyenne \pm écart type) ont volontairement participé à cette étude après avoir signé un formulaire de consentement éclairé.

- Critères d'inclusion : toute personne ayant accepté de participer à cette étude en ayant fourni un consentement libre et éclairé ; personne âgée d'au moins 18 ans ; personne en bonne santé sans traitement médicamenteux.
- Critères de non inclusion : toute personne étant dans l'incapacité de fournir un consentement libre et éclairé.
- Critères d'exclusion : personne qui, en cours de réalisation de l'étude, ne souhaitait plus poursuivre.

1.2. Procédures expérimentales

Les expérimentations se sont déroulées dans un appartement situé au 3ème étage du bâtiment Jean Roget de la Faculté de Médecine de Grenoble. Cet appartement, qui se compose d'une chambre, un séjour, une cuisine, un couloir et d'une salle d'eau, est également équipé d'un ensemble de capteurs de télé-vigilance visant à assurer un maintien à domicile en sécurité (Figure 1).

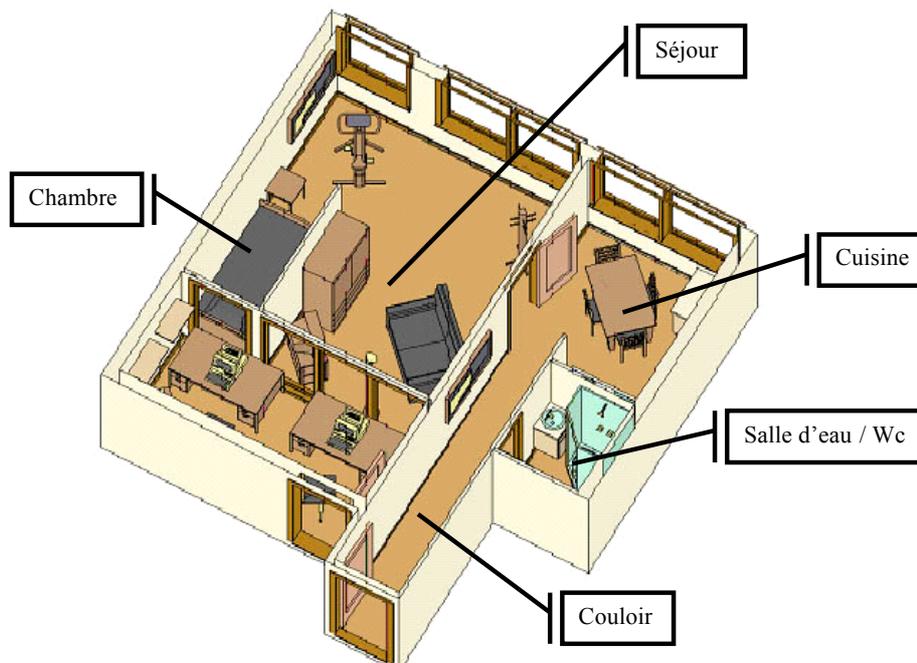


Figure 1. Plan de l'appartement instrumenté servant aux expérimentations



Les participants ont eu pour consigne d'effectuer les quatre scénarios d'activités standardisées décrits ci-dessous :

1. Situations de chutes classiques (à forte accélération, avec impact et éventuelle protection des bras) (10)
 1. chute en avant sur les genoux
 2. chute en avant se terminant en position allongée à plat
 3. chute en avant avec rotation gauche se terminant en position allongée latérale gauche
 4. chute en avant avec rotation droite se terminant en position allongée latérale droite
 5. chute en arrière se terminant en position assise
 6. chute en arrière se terminant en position allongée
 7. chute en arrière avec rotation gauche se terminant en position allongée latérale gauche
 8. chute en arrière avec rotation droite se terminant en position allongée latérale droite
 9. chute latérale à gauche
 10. chute latérale à droite
2. Situations de chutes lentes (de faible accélération, sans impact) (2)
 1. chute molle par affaissement le long d'un mur
 2. chute molle en se retenant à une table
3. Situations de récupération de chute (4)
 1. chute en arrière avec récupération
 2. chute en avant avec récupération
 3. chute latérale à gauche avec récupération
 4. chute latérale à droite avec récupération
4. Situations de la vie quotidienne (17)
 1. s'asseoir sur une chaise, marquer une pause (30 secondes) et se lever
 2. s'asseoir sur les toilettes, marquer une pause (30 secondes) et se lever
 3. s'asseoir brusquement dans un fauteuil, marquer une pause (30 secondes) et se lever
 4. s'asseoir brusquement sur le lit, marquer une pause (30 secondes) et se lever
 5. s'allonger sur un lit, marquer une pause (30 secondes) et se lever
 6. marcher dans l'appartement
 7. courir sur une distance assez longue (dans le couloir 20 m)
 8. monter/descendre des marches d'escalier
 9. sauter sur place
 10. s'habiller et se déshabiller
 11. s'accroupir, lacer ses chaussures et se relever
 12. se baisser, ramasser un objet au sol et se relever
 13. tousser/ éternuer
 14. se brosser les dents dans la salle d'eau
 15. se laver les mains dans la salle d'eau
 16. boire un verre d'eau
 17. geste brusque de la main (par ex., taper du point sur la table ou chasser une mouche)

Chaque participant a effectué 3 essais pour chacune des 16 situations expérimentales des 3 premiers scénarii, soit : 30 chutes classiques, 6 chutes lentes, 12 récupérations de chute, pour un total de 48 essais.

Chaque participant a effectué 5 essais pour chacune de 17 situations de la vie quotidienne, pour un total de 85 essais.

Ces 133 essais ont été réalisés selon un ordre aléatoire et répartis en 2 sessions par sujet, de façon à s'affranchir de possibles effets d'ordre (apprentissage, fatigue). Les chutes classiques étaient amorties par un matelas de mousse de 15 cm d'épaisseur afin de protéger les participants d'éventuelles blessures ou traumatismes.

Cette expérimentation a été filmée à l'aide de caméras numériques, afin de permettre l'identification, l'indexation, la vérification et l'horodatage des situations de chutes classiques, de chutes lentes, de récupération de chute et des situations normales effectuées. Dans le cas de situations de chutes et de chutes lentes, l'appel téléphonique du centre de télésurveillance a également été identifié comme effectué ou non et horodaté.



La performance des détecteurs de chute a été évaluée en calculant leur sensibilité et leur spécificité.

- La sensibilité d'un détecteur de chute est définie comme sa capacité à détecter une chute lorsqu'elle s'est effectivement produite. Par exemple, un capteur présentant une sensibilité de 98% détecte 98 chutes sur 100 réalisées.
- La spécificité d'un détecteur de chute est définie comme sa capacité à ne pas détecter une chute lorsqu'elle ne s'est effectivement pas produite. Par exemple, un détecteur présentant une spécificité de 98% émet à tort 2 alertes sur 100 situations sans chute.

Les deux équations présentées ci-dessous ont respectivement permis le calcul de ces deux paramètres :

1. Sensibilité (Se) = Vrais positifs / (Vrais positifs + Faux négatifs) ;
 2. Spécificité (Sp) = Vrais négatifs / (Vrais négatifs + Faux positifs), avec (Tableau 1):
- Vrais positifs (VP) = Nombre de situations détectées comme une chute lorsqu'il s'est effectivement produit une chute,
 - Faux positifs (FP) = Nombre de situations détectées comme une chute lorsqu'il ne s'est pas effectivement produit de chute,
 - Faux négatifs (FN) = Nombre de situations de chute non détectées lorsqu'il s'est effectivement produit une chute,
 - Vrais négatifs (VN) = Nombre de situations de chute non détectées lorsqu'il ne s'est pas effectivement produit de chute.

Événement \ Détection	Chute	Non chute
	Chute	Vrais positifs
Non chute	Faux négatifs	Vrais négatifs

Tableau 1. Matrice de confusion de la classification des chutes

D'une manière idéale, les performances recherchées pour les détecteurs de chutes sont les suivantes: détecter la chute avec 100% de vrais positifs (sensibilité) et 100% de vrais négatifs (spécificité). L'objectif est de situer les différents détecteurs de chute testés dans cet espace à deux dimensions.

Pour permettre un classement encore plus précis des capteurs de chute évalués, deux autres paramètres statistiques ont été calculés :

1. l'exactitude (E) reflète la justesse du capteur en général, c'est-à-dire les événements bien classés ;
2. la précision (P) fait référence à la fidélité de la détection, ce qui veut dire qu'en répétant la même situation on obtient le même résultat.

Les deux équations présentées ci-dessous ont respectivement permis le calcul de ces deux paramètres :

1. Exactitude (E) = $(VP + VN) / (VP + FP + VN + FN)$
2. Précision (P) = $VP / (VP + FP)$

Précision et exactitude définissent la reproductibilité du capteur.



TASDA
Technopôle Alpes
Santé à Domicile & Autonomie

« *Bien vivre
à domicile !* »

Des besoins
à l'offre technologique

1, place Firmin-Gautier
38000 GRENOBLE
Tél : 04 76 70 57 80
contact@tasda.fr
www.tasda.fr

Association loi 1901
Fondée par le CHU de Grenoble et le pôle Minalogic
Siège social : TASDA
CHU, Direction de la recherche et des partenariats
B.P.217 - 38043 GRENOBLE Cedex 09
Code NAF : 9499Z - Siret : 530 900 943 00016

Association fondée par :



Avec le soutien de :



www.tasda.fr