



Thèse

2021

Public access

This version of the publication is provided by the author(s) and made available in accordance with the copyright holder(s).

Évaluation du patient âgé chuteur hospitalisé : atteinte vestibulaire et peur de tomber, deux facteurs de risque d'importance

Ferrer Soler, Cecilia

How to cite

FERRER SOLER, Cecilia. Évaluation du patient âgé chuteur hospitalisé : atteinte vestibulaire et peur de tomber, deux facteurs de risque d'importance. Doctoral Thesis, 2021. doi: 10.13097/archive-ouverte/unige:157692

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:157692>

Publication DOI: [10.13097/archive-ouverte/unige:157692](https://doi.org/10.13097/archive-ouverte/unige:157692)

© The author(s). This work is licensed under a Other Open Access license

<https://www.unige.ch/biblio/aou/fr/guide/info/references/licences/>

Last deposit update in Archive ouverte UNIGE on 04.04.2025 15:11

Section de médecine clinique
Département de Réadaptation et Gériatrie
Service de Gériatrie

Thèse préparée sous la direction du Professeur Andrea TROMBETTI

ÉVALUATION DU PATIENT ÂGÉ CHUTEUR HOSPITALISÉ :
ATTEINTE VESTIBULAIRE ET PEUR DE TOMBER, DEUX FACTEURS DE RISQUE
D'IMPORTANCE

Thèse

Présentée à la Faculté de Médecine

De l'Université de Genève

Pour obtenir le grade de Docteur en médecine

par

Cecilia FERRER SOLER

(Nom de jeune fille Azevedo Almeida)

De Genève (GE)

Thèse n°11088

Genève

2021

Avant- Propos

Ce travail de thèse s'inscrit dans mon immersion professionnelle au sein du Service de Gériatrie des Hôpitaux Universitaires de Genève. Au gré des années, j'ai réalisé que le syndrome gériatrique CHUTE est profondément intriqué aux autres syndromes gériatriques et peut avoir un impact fondamental dans leur prise en charge.

La 1^{ère} partie de ce manuscrit est composée d'une introduction sur les chutes mentionnant deux aspects peu étudiés/dépistés dans la population gériatrique, à savoir la peur de tomber et le déficit vestibulaire.

La 2^{ème} partie, en anglais, est le texte centré sur la validation d'une échelle d'évaluation de la peur de tomber publiée dans la revue *Aging Clinical and Experimental Research*.

La 3^{ème} partie, décrit le projet d'étude VESTICHUTE réalisé à l'Hôpital des Trois-Chêne au sein des Services de Gériatrie et de Médecine Interne de l'Agé, centré sur le dépistage du déficit vestibulaire chez la personne âgée chuteuse et non chuteuse.

La 4^{ème} et dernière partie est composée d'une discussion générale et d'une conclusion.

Remerciements

Mes plus sincères remerciements vont au Pr Andrea Trombetti pour m'avoir donné l'opportunité d'effectuer ce travail de thèse et son soutien sans faille dans mes divers projets. Je remercie le Pr Gabriel Gold et la Pre Dina Zekry pour m'avoir permis de mener ces projets. L'équipe du Service d'ORL et de Chirurgie Cervico-faciale (Dr Nils Guinand, Dr Pascal Bang, Mr Dionisio Cueto Llerandi et Mr Maurizio Ranieri) a également apporté une aide précieuse, de la conception à la réalisation du projet d'étude VESTICHUTE. Je les remercie infiniment. Je remercie également Mélanie Hars pour son aide, participation précieuse aux projets et à la relecture de ce travail.

Enfin, je dédie ce travail à Fabien, Clara et Laura, mes piliers au quotidien.

Disclosures

Les études ont reçu des financements de la part des Hôpitaux Universitaires de Genève (PRD 9-2018-I) et de la Fondation AURIS.

Table des Matières

Glossaire des abréviations.....	5
Résumé	6
PREMIERE PARTIE : La chute du sujet âgé.....	7
<i>I. Épidémiologie et conséquences des chutes.....</i>	<i>7</i>
<i>II. Facteurs de risque.....</i>	<i>9</i>
<i>III. Approche multifactorielle chez les sujets âgés à risque</i>	<i>10</i>
<i>IV. Sous-dépistage/sous-évaluation : déficit vestibulaire et peur de tomber.....</i>	<i>12</i>
DEUXIEME PARTIE: Article “Validation of the Perform-FES: a new fear of falling scale for hospitalized geriatric patients”	15
<i>I. Introduction.....</i>	<i>15</i>
<i>II. Materials and Methods.....</i>	<i>16</i>
<i>III. Results.....</i>	<i>18</i>
<i>IV. Discussion.....</i>	<i>19</i>
<i>V. Conclusion.....</i>	<i>22</i>
TROISIEME PARTIE : Projet VESTICHUTE (Déficits de la fonction vestibulaire et chute).....	25
<i>I. Introduction : le système vestibulaire périphérique.....</i>	<i>25</i>
<i>II. Méthode.....</i>	<i>28</i>
<i>III. Résultats.....</i>	<i>31</i>
<i>IV. Discussion.....</i>	<i>37</i>
QUATRIEME PARTIE : DISCUSSION GENERALE et CONCLUSION.....	40
REFERENCES.....	44

GLOSSAIRE DES ABREVIATIONS

AVQ Activités de la Vie Quotidienne

BPA Bureau de Prévention des Accidents

CCER Commission Cantonale d'Éthique et de la Recherche

CHEOPS CHutEs et OstéoPorose

CRF Case Report Form

DHI Dizziness Handicap Inventory

DPI Dossier Patient Informatisé

HIT Head Impulse Test

HITc Head Impulse Test Clinique

HRA Loi sur la Recherche Humaine

HUG Hôpitaux Universitaires de Genève

MMS Mini-Mental State

ORH Ordonnance sur la Recherche sur l'Être Humain

ORL Oto-Rhino-Laryngologie

PDN Prépondérance Directionnelle Nystagmique

SPPB Short Physical Performance Battery

TUG Timed Up & Go

vHIT Video Head Impulse Test

RÉSUMÉ

La chute est un syndrome gériatrique avec un fort impact physique, psychique et social. A ce jour, de nombreux facteurs de risque de chute ont pu être mis en évidence et pour nombre d'entre eux un dépistage, suivi d'une prise en charge adaptée, permettent de réduire le risque de chute. Ce travail met l'accent sur deux facteurs de risque sous-considérés chez le patient âgé chuteur.

Le premier facteur de risque est la peur de tomber. Dans cette thèse nous décrivons le développement et la validation d'une échelle d'évaluation de la peur de tomber dans la population gériatrique hospitalisée, par le biais d'un article original publié.

Le deuxième facteur de risque mis en avant dans cette thèse est le déficit vestibulaire périphérique. Nous décrivons une étude pilote visant à déterminer le test de dépistage le plus adapté pour la population gériatrique hospitalisée afin de l'introduire systématiquement en routine clinique.

PREMIERE PARTIE : INTRODUCTION GENERALE

i. Épidémiologie et conséquences des chutes

L'Organisation Mondiale de la Santé définit la chute comme « l'action de tomber ou de glisser au sol indépendamment de sa volonté »[1]. Les chutes sont très fréquentes chez la personne âgée [2,3,4]. Environ un tiers de la population âgée de 65 ans et plus fait au moins une chute chaque année, dont la moitié de manière récurrente [5]. Comme le taux de chutes augmente avec l'âge [6,7] et que le nombre de personnes âgées continuera à augmenter, cette problématique ne fera que s'aggraver les prochaines années [8].

En Suisse, les chutes représentent à elle seules la première cause de décès par accident domestique dans la population de plus de 65 ans et entraînent des coûts estimés à plus de 16 milliards par an selon le Bureau de Prévention des Accidents (BPA) [9]. Les conséquences des chutes sont diverses [10] et demeurent les principales causes de perte d'autonomie, d'hospitalisation, d'institutionnalisation prématurée et de morbidité [3,11].

Aux Services de Gériatrie et de Médecine Interne de l'Âgé de l'Hôpital des Trois-Chêne, les chutes sont parmi les premières causes d'hospitalisation du sujet âgé : environ 1 patient sur 3 est hospitalisé au motif d'une chute. Elles demeurent par ailleurs très fréquentes au sein de l'hôpital, affectant près d'1 patient sur 5 hospitalisé dans le Département de Réadaptation et Gériatrie. Elles représentent l'événement indésirable le plus fréquent en cours d'hospitalisation. Ces chutes intra-hospitalières sont surtout associées à un risque accru d'événements négatifs ultérieurs pour le patient, incluant une augmentation du risque de d'incapacités fonctionnelles, ainsi qu'à une augmentation substantielle de la charge médico-soignante, du coût et de la durée de séjour [12]. Dans une analyse médico-économique réalisée en collaboration avec la Division des Finances, une première estimation du coût d'une chute dans l'institution a été réalisée en 2018 (portant sur 1057 patients hospitalisés sur le site des Trois-Chêne) : les patients chuteurs ont une durée de séjour augmentée de 11.5 jours comparativement aux non-chuteurs, avec une différence de coût de séjour moyen de 8'990 CHF. Bien que les chiffres puissent différer entre les études, le taux de prévalence de chute est plus élevé dans les unités de réadaptation gériatrique (environ 25%) par rapport aux unités de médecine aiguë (environ 10%) et de chirurgie (environ 3%) [13,14].

Les chutes constituent par ailleurs un motif principal de réadmission chez les patients âgés, la première chez ceux ayant été hospitalisés pour chute, comme récemment révélé dans une large étude portant sur plus de 8 millions d'admissions [15]. Aux Hôpitaux Universitaires de Genève, une analyse réalisée chez les patients hospitalisés pour chute sur le site des Trois-Chêne, révèle qu'environ 1 patient sur 3 est réadmis dans les 30 jours, dont plus d'1 sur 2 au motif d'une chute. Les troubles de la mobilité, tels qu'évalués à l'admission à partir d'un test fonctionnel (Short Physical Performance Battery (SPPB)), se sont notamment révélés être des prédicteurs indépendants du risque de chute et de fracture intra-hospitalières sur le site des Trois-Chêne [16]. Ces données justifient l'importance de cibler cette population très à risque dans une stratégie de réduction des réadmissions, en assurant une poursuite de soins optimale après l'hospitalisation notamment en termes d'exercices ou nutritionnelle [17].

Environ 10% des chutes en milieu communautaire se soldent par une blessure grave y compris des fractures [18] qui auront un impact physique, psychologique et social. La moitié des personnes âgées rapportent par ailleurs l'impossibilité de se relever seul [19], ceci augmentant le risque de déshydratation, rhabdomyolyse avec insuffisance rénale aigue, pneumonie, peur de tomber, et même décès si la station au sol est très prolongée [20]. La peur de tomber qui est un sentiment négatif lié au risque de chute affecte plus de la moitié des personnes âgées chuteur ou non chuteur [21]. Après une chute, un quart des personnes âgées limitent leur activité pendant au moins une journée [22]. Elle induit une limitation des activités menant à une perte de la fonction physique avec augmentation du risque de chute, d'isolement social, perte de qualité de vie et à un risque accru d'admission dans des institutions de soins de longue durée [21,23,24].

ii. Facteurs de risque

Les facteurs menant à une chute sont très nombreux et généralement son étiologie est multifactorielle [11,25,26]. On distingue 2 grandes catégories : les facteurs intrinsèques et extrinsèques [27].

Les facteurs intrinsèques sont liés à la santé de l'individu et sont le résultat du vieillissement physiologique et/ou pathologique qui retentit sur la marche et l'équilibre [28]. Ils comprennent notamment l'âge, le sexe féminin, les co-morbidités (e.g., dysfonctionnements cognitifs, déficits sensoriels...) et les antécédents de chutes. Les troubles de la marche, de l'équilibre et de la force musculaire sont les facteurs de risque prédisposants les plus fréquents chez les patients chuteurs [29]. *Les facteurs extrinsèques* regroupent la polymédication, notamment les psychotropes, les antihypertenseurs [30] et les facteurs environnementaux qui comprennent un logement inadapté avec un mauvais éclairage, les tapis mal fixés et le manque de matériel adapté et sécuritaire dans les salles de bains, entre autres [31]. Même s'il n'y a pas de classement uniforme des facteurs de risques, de nombreuses études ont évalué différents facteurs de risque (Table 1).

Facteurs de Risque	RR-OR moyen*	Intervalle de Confiance à 95%
Age > 80 ans	1.7	(1.1-2.5)
Troubles cognitifs	1.8	(1-2.3)
Dépression	2.2	(1.7-2.5)
Difficultés dans les AVQ	2.3	(1.7-3.1)
Arthrose	2.4	(1.9-2.9)
Troubles visuels	2.5	(1.6-3.5)
Utilisation d'un moyen auxiliaire à la marche	2.6	(1.2-4.6)
Troubles de l'équilibre	2.9	(1.6-5.4)
Troubles de la marche	2.9	(1.3-5.6)
Antécédents de chute	3	(1.7-7)
Faiblesse musculaire	4.4	(1.5-10.3)

RR-OR * : risque relatif calculé pour les études prospectives et odds ratio (OR) calculé pour les études rétrospectives

Table 1. Facteurs de risque de chute les plus fréquemment identifiés dans 16 études (adapté de réf.[28]).

En outre, on met en évidence un risque significativement accru lié aux médicaments (e.g., psychotropes, antiarythmiques et diurétiques) (Table 2).

Classe de médicaments	Risque Relatif
Diurétiques	1.08
Inhibiteurs de l'enzyme de conversion	1.20
Digoxine	1.22
Benzodiazépines	1.48
Neuroleptiques	1.50
Hypnotiques	1.54
Antiarythmiques Ia	1.59
Antidépresseurs	1.66
Psychotropes	1.77

Table 2. Risque de chute liés à la prise de médicaments psychotropes et cardiovasculaires (adapté de ref [28]).

Plusieurs études ont également démontré que le risque de chute augmente de manière significative avec l'accumulation des facteurs de risque [7,32]. Il est donc primordial d'effectuer une évaluation complète des divers facteurs de risques et de mettre en place une approche multifactorielle afin de réduire le risque de récurrence de chute.

iii. Approche multifactorielle chez les sujets âgés à risque

Les personnes âgées peuvent ne pas mentionner spontanément les chutes, elles devraient donc être interrogés annuellement sur les chutes survenues l'année écoulée afin d'identifier ceux étant à haut risque de chute. De nombreux pays recommandent un dépistage annuel de risque de chute chez les personnes de 65 ans ou plus [33,34].

Les patients qui signalent des chutes doivent bénéficier d'une anamnèse détaillée à la recherche des facteurs intrinsèques et extrinsèques et d'un examen clinique complet. De surcroît, il est important de rechercher les antécédents de chutes, d'évaluer un ensemble de

standards de facteurs de risque de chute et de performances fonctionnelles (e.g., Short Physical Performance Battery, Test Timed Up & Go).

La démarche de prévention systématique des chutes s'articule autour de trois grandes phases: i) dépister le sujet à risque de chute; ii) identifier les facteurs de risque et iii) intervenir sur les facteurs de risque modifiables.

L'identification des facteurs de risque est d'importance puisqu'elle va conditionner les interventions futures. Par exemple, tous les médicaments prescrits et/ou en vente libre pris par le patient doivent être revus régulièrement. Des outils tel que STOPP/START [35] permettent d'évaluer le préjudice potentiel par rapport au bénéfice.

Les stratégies d'intervention multifactorielles (i.e., reposant sur une évaluation multifactorielle visant à l'identification des facteurs de risque, suivie d'un programme individualisé de correction des facteurs identifiés), sont recommandées chez les patients les plus à risque [36]. Parmi les stratégies d'intervention individuellement reconnues efficaces pour la prévention des chutes, et devant être intégré à toute stratégie multifactorielle, les niveaux de preuves de l'efficacité des programmes d'exercice physique pour la réduction des chutes sont à ce jour élevés, que ces programmes soient réalisés en groupe ou en individuel, pour autant qu'ils intègrent une forte composante d'équilibre et soient réalisés au moins 2 à 3 fois par semaine pendant 3 à 6 mois [11,37].

iv. *Sous-dépistage /sous-évaluation : déficit vestibulaire et peur de tomber*

Le dépistage et la prise en charge des chutes se sont améliorés ces dernières années, toutefois certains facteurs de risque de chute sont encore faiblement dépistés/évalués et traités, voire peu enseignés au sein des institutions formatrices de santé.

Peur de tomber

La peur de tomber demeure largement sous-évaluée chez le patient âgé. La peur de tomber est l'une des conséquences psychologiques négatives de la chute. La notion de peur de tomber est apparue pour la première fois dans les années 1980. Elle était décrite dans la littérature scientifique comme le "syndrome post-chute" ou "ptophobie", une réaction phobique à la station debout ou à la marche après une chute [38]. Depuis lors, l'entité "peur de tomber" a évolué, avec des définitions variées. Bien que ce phénomène soit courant chez les personnes âgées qui font des chutes, il a été estimé que plus de 50 % des personnes âgées exprimant une peur de tomber ne sont jamais tombées [39,40]. De plus, il a été montré que ce sentiment de peur de tomber est plus important chez les chuteurs et augmente avec le nombre de chutes et la gravité de leurs conséquences physiques. Ainsi, la chute influence la peur de tomber et vice versa. La prévalence de la peur de tomber dans la communauté varie selon les études de 20 à 85%[41] et de 15 à 55% [42] pour l'évitement associé de l'activité.

Comme la peur de tomber devrait faire partie intégrante de l'évaluation multifactorielle du risque pour le patient, étant donné son impact sur la réadaptation du patient ainsi que sur son pronostic fonctionnel et social, une échelle validée spécifiquement dédiée aux patients âgés hospitalisés est absolument nécessaire.

L'objectif de l'étude « *Validation of the Perform-FES: a new fear of falling scale for hospitalized geriatric patients* » était de valider une échelle de peur de tomber dédiée à la population gériatrique hospitalisée, basée sur la performance en situation réelle : l'échelle Perform-FES (DEUXIEME PARTIE). Cette étude a été menée à l'Hôpital des Trois-Chêne (Figure 1).



Figure 1. Installations de réadaptation à l'Hôpital des Trois-Chêne permettant une évaluation de la peur de tomber en situation

Déficit vestibulaire

De par sa complexité, le système vestibulaire demeure très souvent non évalué chez le patient âgé, notamment chuteur et/ou présentant des troubles de la mobilité. Pourtant, les troubles de la mobilité signalent fréquemment des dysfonctions des systèmes sensoriels périphériques, tout particulièrement un déficit de la fonction vestibulaire [43,44]. Les troubles de la marche et/ou de l'équilibre constituent par ailleurs une plainte principale chez les patients souffrant de vertiges, un motif très fréquent de consultation dans la population gériatrique, avec un impact sur leurs activités de la vie quotidienne [45,46]. L'équilibre et la marche nécessitent la mise en jeu de multiples informations sensorielles parmi lesquelles l'appareil vestibulaire de l'oreille interne joue un rôle essentiel.

Un déficit de la fonction vestibulaire est une pathologie fréquente, qui représente une des causes principales de vertiges d'origine périphérique [47]. La prévalence des déficits de la fonction vestibulaire, basée sur des symptômes vertigineux, chez les patients de 18 à 64 ans est estimée à 20-30% [48] et elle augmente avec l'âge[49]; l'incidence chez les personnes âgées de 70 ans est suggérée être supérieure à 65%, et 80% pour les plus de 80 ans [50,51].

Bien qu'on dénombre un nombre croissant de demandes de consultations d'oto-rhino-laryngologie (ORL) à l'Hôpital des Trois Chêne (e.g., 67 en 2017, 106 en 2018), le plus souvent pour des vertiges d'origine périphérique associés à des troubles de la marche, de l'équilibre et/ou des chutes, actuellement seul un petit nombre de patients bénéficie d'une évaluation de la fonction vestibulaire. Au vu de ces résultats, il apparaît primordial d'évaluer la fonction vestibulaire chez le patient âgé chuteur et/ou présentant des troubles de l'équilibre et/ou de la marche.

L'objectif principal de l'étude « VESTICHUTE » était d'évaluer la faisabilité de différents tests de dépistage et la prévalence des déficits de la fonction vestibulaire dans la population gériatrique hospitalisée (TROISIEME PARTIE). Dans le cadre de cette thèse, notre travail a porté sur la première phase de cette étude « VESTICHUTE » menée à l'Hôpital des Trois-Chêne.

DEUXIEME PARTIE : Article “Validation of the Perform-FES: a new fear of falling scale for hospitalized geriatric patients”

Aging Clinical and Experimental Research (2021) 33:67–76
https://doi.org/10.1007/s40520-020-01726-6

ORIGINAL ARTICLE



Validation of the Perform-FES: a new fear of falling scale for hospitalized geriatric patients

Cecilia Ferrer Soler¹ · Clémence Cuvelier¹ · Mélanie Hars² · François R. Herrmann^{1,3} · Adrienne Charpiot⁴ · Catherine Ducharne Wiczorkiewicz^{1,3} · Olivier Bruyère⁴ · Charlotte Beudart⁴ · Dina Zekry³ · Gabriel Gold¹ · Andrea Trombetti^{1,2}

Received: 3 September 2020 / Accepted: 26 September 2020 / Published online: 15 October 2020
© The Author(s) 2020

Abstract

Background Fear of falling is highly prevalent in older adults and associated with numerous negative health events. The main objective of this study was to validate a scale to assess fear of falling, based on performance in real situation (Perform-FES), in a hospitalized geriatric population.

Methods In this cross-sectional study, 55 patients (mean age: 85.3 years; 58% women) hospitalized in a geriatric hospital in Geneva (Switzerland) were enrolled. The Perform-FES scale was administered to all patients in conjunction with four other fear of falling scales. We determined the floor and ceiling effects, internal consistency, reliability, construct validity, and discriminative power of the Perform-FES scale.

Results The Perform-FES scale did not demonstrate any significant floor or ceiling effect. It had a good internal consistency (Cronbach's alpha = 0.78) and an excellent reliability (intraclass correlation coefficient = 0.94). Regarding convergent validity, good correlations were shown between the score obtained on the Perform-FES scale and those obtained on other fear of falling scales. Also, the Perform-FES scale was able to discriminate patients with severe functional impairments (area under the ROC curve = 0.81) and had significantly better discriminating performance than other fear of falling scales.

Conclusion Findings suggest that the Perform-FES scale has good psychometric properties and may be a relevant tool to assess fear of falling in a geriatric hospitalized population. Future research should focus in particular on assessing the sensitivity to change and the predictive value of this scale in longitudinal studies, and its validity in other populations.

Keywords Fear of falling · Assessment · Psychometric validation · Older people · Hospital

Introduction

Falls in older people are a common, serious, and growing public health problem. The consequences of this geriatric syndrome can be multiple with an impact on the physical, mental and social well-being of older adults [1–6]. Hence, falls represent the leading cause of fatal and non-fatal injuries in the population over 65 years of age, and lead to disability, loss of independence, hospitalization, early institutionalization, and premature death [3, 7].

Fear of falling is one of the negative psychological consequences of falling. The notion of fear of falling first appeared in the 1980s. The fear of falling was described in the scientific literature as “post-fall syndrome” or “ptophobia”, a phobic reaction to standing or walking following a fall [8]. Since then, the entity “fear of falling” has evolved, with varied definitions. Especially, fear of falling has been

✉ Andrea Trombetti
andrea.trombetti@hcuge.ch; andrea.trombetti@unige.ch

¹ Division of Geriatrics, Department of Rehabilitation and Geriatrics, Geneva University Hospitals and Faculty of Medicine, Thônex, Switzerland

² Division of Bone Diseases, Department of Medicine, Geneva University Hospitals and Faculty of Medicine, Geneva, Switzerland

³ Division of Internal Medicine for the Aged, Department of Rehabilitation and Geriatrics, Geneva University Hospitals and Faculty of Medicine, Thônex, Switzerland

⁴ Division of Public Health, Epidemiology and Health Economics, World Health Organization Collaborating Center for Public Health Aspects of Musculoskeletal Health and Ageing, University of Liège, Liège, Belgium

defined as a low perceived self-confidence at avoiding falls during essential activities of daily living, which ultimately leads to restriction of activities [9]. Although this phenomenon is common among older people who fall, it has been estimated that more than 50% of older people expressing a fear of falling have never fallen [10–14]. Furthermore, it has been shown that this feeling of fear of falling is more important among fallers and increases with the number of falls and the severity of their physical consequences [15]. Thus, fall influences the fear of falling and vice versa. The prevalence of fear of falling in the community varies according to studies from 20–85% [16] and from 15–55% [17] for associated avoidance of activity. Fear of falling has been associated with numerous negative health events, including loss of function in relation to restriction of activities of daily living, decreased quality of life, social withdrawal, and with increased risk of admission to long-term care institutions [18].

Many scales are available and validated to assess fear of falling in older people, such as the falls effectiveness scale international (FES-I) [19], the activities-specific balance confidence scale (ABC) [20] and the geriatric fear of falling measurement (GFFM) [21]. Among them, the FES-I has been widely used and studied. This scale measures the degree of confidence the individual feels in performing 16 activities of daily living without falling. This scale showed good psychometric qualities in community samples and has been recommended for clinical and research purposes (e.g., falls prevention research studies) [22]. Given the redundancy of some of the 16 items and in order to reduce the time spent by the clinician on this scale, a shorter version, the Short FES-I, has been validated while preserving good psychometric properties [23].

Studies having investigated the psychometric qualities of fear of falling scales in the geriatric inpatient population are scarce [24–27]. As fear of falling should be a systematic part of the patient's multifactorial risk assessment, given its impact on patient's rehabilitation as well as functional and social prognosis, a validated scale specifically dedicated for hospitalized older patients is critically required. Improving fear of falling assessment methods in this population should especially enhance identification of patients who would benefit from interventions and foster the development of effective strategies.

A main limitation of most current fear of falling scales is that they are based on answers to a questionnaire—i.e., use of short sentences to state tasks/situations—and may not reflect a person's feelings during the actual performance of mobility-related tasks/situations [28]. This limitation is especially critical when assessing the fear of falling in hospitalized older patients—who may have some degree of cognitive deficit—whether in the context of a hospitalization for a fall or following an in-hospital fall, the most frequent

adverse event during hospitalization [29]. Hospitalized older patients, confined in an unusual environment during a hospital stay and with restricted activities, may have difficulties to report their concern about falling in specific daily-life tasks/situations. Also, this limitation may be especially important for patients with cognitive disorders who can often accurately report immediate feelings related to a task or situation but whose responses to a general questionnaire may be highly unreliable.

In view of the limitations discussed above, the objective of this study was to validate a fear of falling scale dedicated to the inpatient geriatric population, based on performance in real situation: the Perform-FES scale. More specifically, this study evaluated the psychometric properties (floor and ceiling effects, validity, reliability, discriminative power) of this new fear of falling scale.

Materials and methods

Study design and population

This prospective cross-sectional observational study was conducted in the context of a single-center pilot randomized controlled pilot trial (Hypnosis and Fear of Falling in Seniors: the HYPNOSE trial), carried out in a 296-bed acute care and rehabilitation geriatric hospital of the University Hospitals of Geneva (Switzerland) between January and October 2019. The study included hospitalized patients aged 65 years and older, admitted in a dedicated unit for fall-and-fracture risk assessment and management (“CHUtEs et OstéoPoroSe” program) [30]. Patients with a psychiatric history or lacking decisional capacity or who did not speak French were excluded from this study. The sample size was aimed at 50 patients at least for adequate psychometric analysis [31]. The study was approved by the State of Geneva's Ethics Committee (protocol 2018-01550) and an informed written consent was obtained from all participants before any study-related procedure.

Measures

Perform-FES

The Perform-FES scale is based on the Short FES-I scale. It implies for the patient the performance of seven tasks corresponding to the seven items of the Short FES-I (i.e., describing specific tasks), under the supervision of an occupational therapist, and the assessment of the fear of falling while performing these tasks, including (1) dressing and undressing, (2) showering or bathing, (3) getting up from a chair and sitting down, (4) going up and down stairs, (5) reaching something on the floor, (6) going down and up a slope,

and (7) getting out. These tasks were carried out within the patient's room and hospital's rehabilitation facilities, including a rehabilitation patio, according to a standardized administration procedure, developed and validated consensually by the project's interprofessional team prior to the start of the study. When performing each task, the therapist specifically asked the patient about his or her confidence to complete the task without falling. The scoring criteria for each task, based on those of the Short FES-I, were: "Not at all concerned" (1 point), "Somewhat concerned" (2 points), "Fairly concerned" (3 points), and "Very concerned" (4 points). Thus, the total score for this scale ranged from 7 to 28 points.

Other measures

Sociodemographic and clinical data were also collected from each patient, including comorbidities (cumulative illness rating scale-geriatric (CIRS-G) [32]), functional performances (short physical performance battery (SPPB) [33]), functional independence (functional independence measure (FIM) [34]), pain (visual analog score (VAS) [35]), cognitive status (mini-mental state examination (MMSE) [36] and clock test [37]), and depression (mini-geriatric depression scale [38]). Self-reported falls during the 6 months preceding the admission were also collected.

The following fear of falling scales were also completed by the patients in their hospital room, randomly before or after the administration of the Perform-FES scale: FES-I [19], Short FES-I [23], ABC-simplified (ABC-S) [20], and GFFM scales [21].

Analyses

Descriptive statistics were used to characterize the study population and the data were presented as means \pm standard deviation or number (percent). Normality was checked using Shapiro–Francia tests. Patient characteristics by sex, and groups according to age and cognitive status, were compared using Chi-square or Fisher's exact tests for categorical data, and the Mann–Whitney *U* or *t* tests for continuous data. All tests were two-sided, and *P* values lower than 0.05 were considered significant. STATA version 16.0 software (STATA Corp., College Station, TX, USA) was used for analyses.

The psychometric validation was conducted by examining the floor and ceiling effects, reliability (internal consistency and test–retest reliability), construct validity (convergent and divergent validity), and discriminative power.

Floor and ceiling effects

Floor and ceiling effects were considered to be present when a high percentage of the population had the lowest or the highest score, respectively. These effects were considered

to be present when more than 20% of patients reached the minimum or maximum score [39].

Internal consistency

To measure internal consistency, we used the alpha coefficient of Cronbach. An alpha coefficient value between 0.70 and 0.95 can be considered good and therefore favorable to conclude that the scale is internally consistent [40]. We also assessed the correlation of each item with the total score of the Perform-FES using Spearman's correlations. A correlation above 0.81 was considered as excellent, between 0.61 and 0.80 as very good, between 0.41 and 0.60 as good, between 0.21 and 0.4 as acceptable, and at last, < 0.20 as insufficient [41].

Reliability

To analyze the inter-rater reliability of the Perform-FES, we involved 25 patients evaluated on two occasions (i.e., session 1 and session 2) by 2 different occupational therapists within a maximum interval of 48 h. Sample size was estimated based on Walter et al.'s approximation method [42]. Reliability was assessed using the calculation of intraclass correlation coefficient (ICC) with a 2-way random effects model. Assuming a minimal ICC of 0.5 (po) against a desired of 0.8 (p1), based on $\alpha = 0.05$ and $b = 0.20$, at least 22 patients were required. An ICC over 0.8 was considered as an excellent reliability, according to Landis and Koch's benchmarks [43].

Convergent and divergent validity

To demonstrate convergent validity, we used Spearman's rho correlation coefficient, assessing the correlation between the scores obtained on the Perform-FES scale and the other fear of falling scales: FES-I, Short FES-I, ABC-S, GFFM. Divergent validity was also assessed by correlating the Perform-FES scale with other scales/tools evaluating a different construct: EVA, CIRS-G, MMSE, clock test, Mini-GDS.

Discriminative power

The ability of the Perform-FES to discriminate patients with severe functional limitations (as assessed using the SPPB) was assessed. Univariate and multivariate linear and logistic regression models were used, in particular to determine the odds ratios (OR) and 95% confidence intervals (95% CI). Functional data were treated either as continuous or dichotomous (with a cut-off set to $SPPB < 5$, patients below this score being at increased risk of in-hospital falls and fractures in our setting [44]) variables. In addition, analyses were carried out based on the calculation of the area under the receiver operating characteristic curve (AUC). Finally,

we compared the performances of fear of falling scales to discriminate patients with severe functional limitations (SPPB < 5) using a test of equality of the AUCs (“roccomp” procedure in STATA).

Results

A total of 55 patients were included in this study. The sociodemographic and clinical characteristics of the study population are detailed in Table 1. The mean age of patients was 85.3 ± 6.0 years and 58% (32/55) were female; 58% (32/55) also reported more than one fall in the last 6 months. They presented poor functional performances as revealed by a

mean SPPB score of 4.9 ± 2.2 , but also cognitive deficits, with a mean MMSE score of 23.0 ± 4.6 . Compared with men, women were significantly more likely to report falls over the past 6 months and had higher scores on the Perform-FES scale, but also on other fear of falling scales ($P < 0.05$ for all). The Perform-FES scores did not differ according to age or between patients with or without a MMSE score < 24 ($P > 0.05$ for both).

No adverse event related to the administration of the Perform-FES was reported. The strict administration time range for the Perform-FES was 15–25 min. The Perform-FES could not be administered to 3 of the 55 patients, for logistical reasons related to care planning for two patients and due to the inability to finalize an assessment in one patient.

Table 1 Characteristics of patients

Characteristic	Men N=23	Women N=32	Total sample N=55	P
Age, years	84.4 ± 4.5	85.8 ± 6.9	85.3 ± 6.0	0.155
BMI, kg/m ²	25.6 ± 6.2	24.0 ± 5.8	24.6 ± 6.0	0.270
CIRS-G [score range 0–56]	17.5 ± 5.4	14.7 ± 3.2	15.8 ± 4.4	0.008
Falls reported in the last 6 months				
≥ 1 fall	17 (73.9)	32 (100)	49 (89.1)	0.003
≥ 2 falls	8 (34.8)	24 (75.0)	32 (58.2)	
Pain score (visual analog scale) [score range 0–10]	0.8 ± 1.4	1.1 ± 2.1	1.0 ± 1.8	0.783
MMSE [score range 0–30]				0.753
Total score	22.4 ± 5.7	23.5 ± 3.7	23.0 ± 4.6	
Total score < 24	9 (39.1)	13 (40.6)	22 (40.0)	
Clock test [score range 0–10]	7.2 ± 3.1	6.9 ± 2.9	7.0 ± 3.0	0.569
Mini-GDS [score range 0–4]	1.0 ± 1.2	1.4 ± 1.1	1.2 ± 1.1	0.227
FIM [score range 18–126]	86.5 ± 23.5	92.4 ± 18.0	90.0 ± 20.4	0.454
SPPB [score range 0–12] ^a				
Balance score	2.1 ± 1.1	2.0 ± 1.2	2.1 ± 1.2	0.630
Gait speed score	2.4 ± 1.1	2.1 ± 1.0	2.2 ± 1.0	
Chair stand score	0.5 ± 0.8	0.7 ± 1.0	0.6 ± 1.0	
Total score	5.1 ± 2.2	4.8 ± 2.3	4.9 ± 2.2	
FES-I [score range 16–64] ^b	26.7 ± 9.7	35.2 ± 11.1	32.1 ± 11.3	0.008
Short FES-I [score range 7–28] ^b	11.2 ± 4.3	14.6 ± 5.2	13.3 ± 5.1	0.019
ABC-S [score range 0–45] ^c	28.6 ± 6.5	20.3 ± 7.0	23.4 ± 7.9	< 0.001
GFFM [score range 15–75] ^b	40.9 ± 13.1	47.5 ± 9.1	45.0 ± 11.1	0.021
Perform-FES ^d [score range 7–28] ^b	9.8 ± 4.6	10.9 ± 2.7	10.4 ± 3.6	0.016

Data presented as mean \pm standard deviation or number (percent)

BMI body mass index, CIRS-G cumulative illness rating scale-geriatric, MMSE mini-mental state examination, Mini-GDS mini-geriatric depression scale, FIM functional independence measure, SPPB short physical performance battery, FES falls efficacy scale, ABC-S activities-specific balance confidence scale-simplified, GFFM geriatric fear of falling measure

^aThis test evaluates three domains of physical function: (1) balance (i.e., ability to stand in three increasingly challenging positions for 10 s each); (2) gait speed (i.e., time to walk 4 m); and (3) lower-limb strength (i.e., time to rise from a chair five times as fast as possible with arms crossed over the chest). Results from each subtest are scored from 0 to 4 and summed, with higher scores indicating higher performance

^bA higher score indicates a greater concern about falling

^cA higher score indicates a lower concern about falling

^dN=52

Floor and ceiling effects

The minimum and maximum total scores obtained from the Perform-FES scale were 7 and 26 points. All responses were used for each item (i.e., scores from 1 to 4 for each item). The analysis of score distribution revealed an asymmetry in the lowest scores; however, no significant floor effect was found (the proportion of patients reaching the minimum score was 17%). Furthermore, there was no ceiling effect, as no patient obtained the maximum score.

Internal consistency

The Cronbach's alpha coefficient of the Perform-FES scale was 0.78. This indicates a high level of internal consistency. The item-total score correlations ranged from 0.45 to 0.71 and were all significantly and positively correlated with the total score of the Perform-FES ($P < 0.001$ for all items) (Table 2). The mean and standard deviation of each item (minimum value = 1, maximum value = 4) are also presented in Table 2.

Reliability

We found an excellent agreement between the test (mean Perform-FES score at session 1 = 10.2 ± 2.9) and retest (mean Perform-FES score at session 2 = 10.4 ± 3.3) with an ICC of 0.94 (95% CI 0.87–0.97).

Convergent and divergent validity

Good correlations were observed between the score obtained on the Perform-FES scale and those obtained on the other fear of falling scales evaluating the same construct ($P < 0.027$ for all correlations) (Fig. 1).

For the divergent validity, weak (rho from -0.08 to 0.21) non-significant correlations were observed between the score obtained on the Perform-FES scale and those obtained on scales/tools evaluating different constructs (VAS, CIRS-G, MMSE, clock test, Mini-GDS; $P > 0.05$ for all correlations).

Discriminative power

The mean Perform-FES scores were 12.2 ± 3.9 in patients with a SPPB < 5 score and 8.8 ± 2.2 in patients with a SPPB ≥ 5 score ($P < 0.001$). Linear regression models showed a significant association between the Perform-FES score and functional performances (SPPB taken as a continuous variable), even after multiple adjustment on age, sex, MMSE score and CIRS-G score ($\beta = -0.37$; 95% CI $-0.55, -0.19$); $P < 0.001$) (Table 3).

Logistic regression models showed a significant association between the Perform-FES score and severe functional limitations, even after multiple adjustment (OR = 1.70; 95% CI 1.19, 2.43; $P < 0.001$). The discriminant power of the scale is thereby confirmed (Table 3).

Figure 2 presents the receiver operating characteristic (ROC) curves and the area under the ROC curves (AUC) for all fear of falling scales for the discrimination of patients with severe functional limitations (SPPB < 5). The AUC for the Perform-FES scale was 0.81 (95% CI 0.69, 0.94) and the AUC comparison indicated that the Perform-FES scale outperformed other fear of falling scales ($P < 0.05$ for all comparisons).

Discussion

This study proposes a new way to assess concern about falling in older adults, based on performance in real situation of daily activities, in a hospital setting. The Perform-FES is the first scale specifically designed to measure the degree of concern about falling in this specific environmental context which is the hospital. This first validation study shows that Perform-FES is feasible and has excellent psychometric properties.

The Perform-FES questionnaire had a good internal consistency, with a homogeneity of items within the scale, an excellent reliability, and demonstrated no floor or ceiling effects. The significantly higher scores found in women compared to men on the perform-scale is in line with a large body of data showing a sex influence on fear of falling, with

Table 2 Internal consistency: item-total score correlations and Cronbach's alpha coefficients for the Perform-FES scale

	Mean	Standard deviation	Correlation item-score total Coefficient rho	Correlation item-score Total P value	Alpha coefficient if the item is removed
Item 1	1.43	0.69	0.55	<0.001	0.75
Item 2	1.51	0.72	0.57	<0.001	0.76
Item 3	1.32	0.64	0.45	<0.001	0.78
Item 4	1.81	1.03	0.71	<0.001	0.74
Item 5	1.38	0.71	0.64	<0.001	0.72
Item 6	1.40	0.77	0.64	<0.001	0.74
Item 7	1.63	0.89	0.61	<0.001	0.75

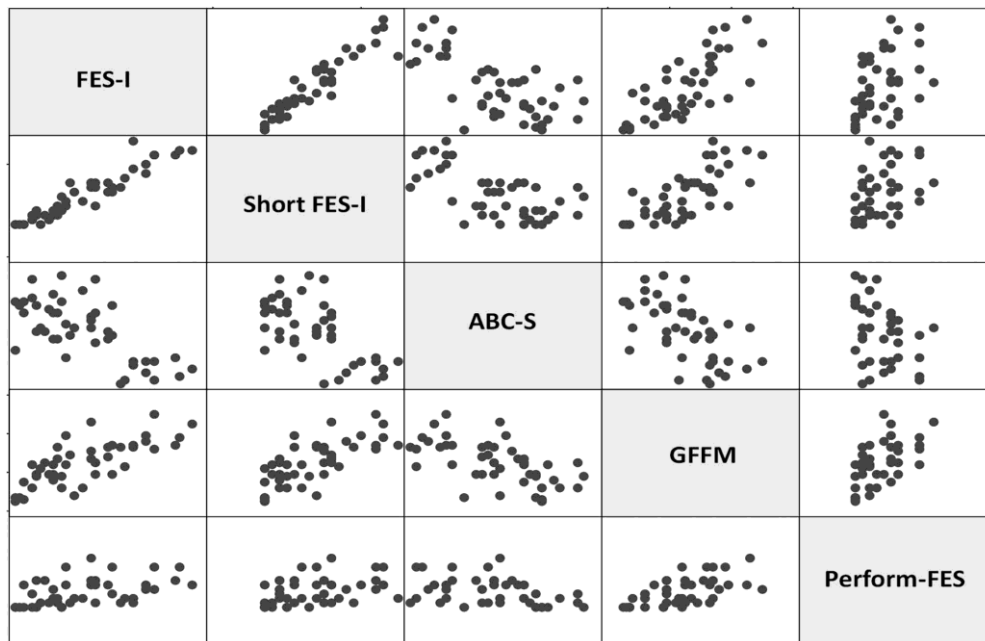


Fig. 1 Correlations matrix between scores obtained on the fear of falling scales

Table 3 Associations between the Perform-FES score and functional performances

	Univariate model β or OR (95% CI)	Multivariate model 1 β or OR (95% CI) ^a	Multivariate model 2 β or OR (95% CI) ^b
Perform-FES (SPPB score)	$\beta = -0.33 (-0.49, -0.18)^*$	$\beta = -0.34 (-0.49, -0.18)^*$	$\beta = -0.37 (-0.55, -0.19)^*$
Perform-FES (SPPB score < 5)	OR = 1.64 (1.21, 2.21)**	OR = 1.65 (1.19, 2.29)**	OR = 1.70 (1.19, 2.43)**

Univariate and multivariate linear and logistic regression models with functional data treated either as continuous or dichotomous variables

SPPB short physical performance battery, OR odds ratio, CI confidence interval

^aAdjusted for age and sex

^bAdjusted for age, sex, MMSE score and CIRS-G score

** $P < 0.01$

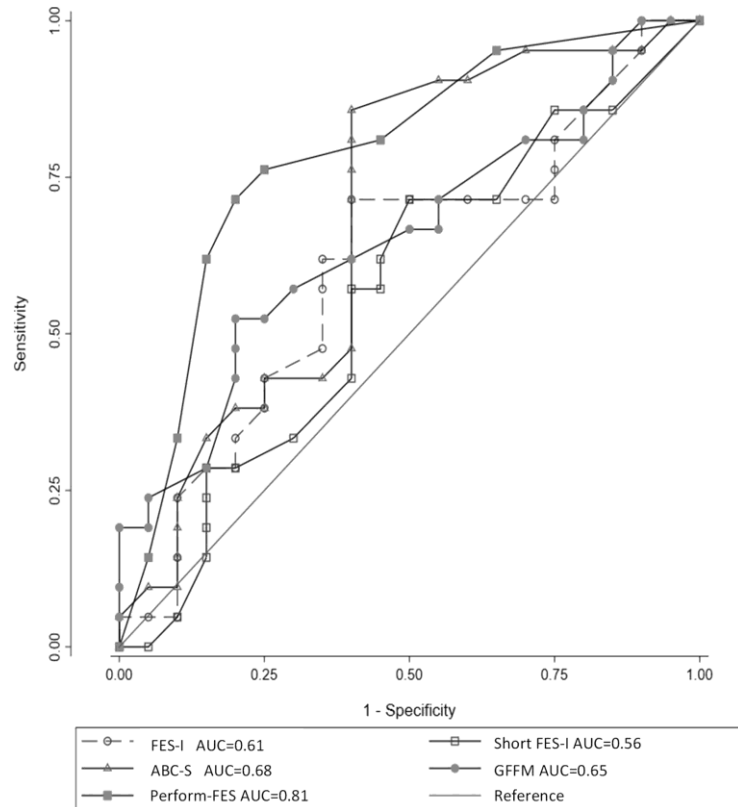
* $P < 0.001$

fear of falling found to be more prevalent in women than men [11, 45, 46]. Another reason for this sex difference found in this study might be that women were more likely to have recently fallen.

The convergent validity of the Perform-FES showed good correlation with other fear of falling scales validated in a community population. It should be noted that the

correlation between the Perform-FES scale and the Short FES-I scale (which inquiries about fear of falling related to the same tasks but without the patient being put in the situation of actually performing the task) was only 0.45. This suggests that the two assessment methods are similar, but the performance may add meaning [28, 47]. This could be explained by the difficulty patients have in correctly

Fig. 2 Receiver operating characteristic (ROC) curves for fear of falling scales to discriminate patients with severe functional limitations. Results for models with functional performances treated as dichotomous variable. The diagonal line indicates a reference AUC of 0.50 (no better than chance alone)



representing the context of each task. This difficulty in conceptualizing activities in a concrete way has already been highlighted during the validation of the Icon-FES scale and the provision of an “unambiguous context” would therefore facilitate this conceptualization [28], especially in the context of cognitive deficits, which may compromise the patients’ abstract abilities [47]. The main advantage of Perform-FES compared to other assessment scales is the performance of activities in the hospital environment.

The Perform-FES scale showed also a significant ability to discriminate patients with severe functional limitations, as assessed by the SPPB, and this independently of age, sex, cognitive impairments and comorbidities. Of note, functional limitations, as assessed by the SPPB, has been shown as an independent predictor of in-hospital falls and fractures in our setting [44]. The Perform-FES scale also revealed higher performance than other fear of falling scales in discriminating patients with severe functional limitations. The falls data collection method we used, based on retrospective

self-reported fall history, which is prone to bias/underestimate the true occurrence of falls (e.g., because of difficulties placing the event in time, denial), limited our ability to assess the ability of the scale to discriminate fallers. Future longitudinal studies should determine the predictive value of the Perform-FES with respect to prospective incident falls, but also a wide range of negative health events.

In order to properly target interventions in older adults to tackle fear of falling, it is crucial to know a person’s level of fear of falling in different circumstances [48]. Numerous studies have highlighted the value of interventions based on physical exercise or cognitive therapies in the community-dwelling elderly population, whereas studies in the geriatric inpatient population are currently lacking and critically required [49–51]. The sensitivity to change of the Perform-FES scale should be further determined in a longitudinal study, before its utilization to measure the effectiveness and relevance of varied intervention strategies in the hospital setting. Especially, the Perform-FES scale hold promise in

the evaluation of an intervention effect in the hospital setting with a short-term period of time frame, in which the subject is obviously not (re)exposed to the situations depicted in the original short-FES and have thus difficulties in evaluating the level of fear the task would be associated.

Although a major strength of this study was that it was conducted under real clinical conditions, several limitations should be acknowledged. First, the patients were older inpatients at high risk for falling enrolled into a fall-and-fracture risk assessment and management program, and the sample size was limited. Thus, the results of the study cannot be generalized to the geriatric inpatient population as a whole and need to be confirmed in larger samples. It is worth noting that patients with cognitive impairments were enrolled in the study, which are frequently excluded from research. A second limitation of the study was the falls data collection method used, based on retrospective self-reported fall history, as detailed above, which limited our ability to assess the ability of the scale to discriminate falls. A final limitation of the study remains the cross-sectional study design used, that precluded addressing the sensitivity to change and predictive value of the Perform-FES scale.

Conclusions

The Perform-FES is a new way to assess the fear of falling in older hospitalized patients, based on performance in real situation. Findings suggest that this scale, with excellent psychometric properties, may be a relevant tool to assess fear of falling in the hospital setting. Future research should focus in particular on assessing the sensitivity to change and the predictive value of this scale in longitudinal studies, and its validity in other populations and settings.

Acknowledgements The authors thank all members of the CHEOPS staff for their dedication and professionalism. They are especially indebted to the occupational therapists' team for their enthusiastic collaboration and hard work on the project: Catherine Ducharne (head occupational therapist), Raoua Ben Aziza, Florence Chiren Cellier, and Noémie Duc Mba. They also thank Elizabeth Bolomey-Koreneff for her strong support throughout the project.

Author contributions AT had full access to the data in the study and takes responsibility for the integrity of the data and the accuracy of the data analysis. Study design and research question: CFS, CC, MH, CDW, and AT. Data collection and assembly: CFS, CC, MH, AC. Statistical analysis: MH, FH, and AT. Data interpretation: CFS, CC, MH, FH, AC, CDW, OB, CB, DZ, GG and AT. Drafting manuscript: CFS, MH, AC, and AT. Revising manuscript content: CFS, CC, MH, FH, AC, CDW, OB, CB, DZ, GG and AT. Approving final version of manuscript: CFS, CC, MH, FH, AC, CDW, OB, CB, DZ, GG and AT. Administrative, technical, and material support: CDW, DZ, GG and AT.

Funding Open access funding provided by University of Geneva. This research was funded by Geneva University Hospitals (Research and development project 9-2018-I). The funding source had no role in the

design and conduct of the study; collection, management, analysis, and interpretation of the data; preparation, review, or approval of the manuscript; and decision to submit the manuscript for publication.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest On behalf of all authors, the corresponding author states that there is no conflict of interest.

Human and animal rights The study was approved by the State of Geneva's Ethics Committee (protocol 2018-01550). All procedures performed were in accordance with the ethical standards of the institutional research committee and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards.

Informed consent All participants provided informed consent prior their participation.

Availability of data and material The datasets generated during and/or analyzed during the current study are not publicly available due to ethical concerns but are available from the corresponding author on reasonable request.

Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

References

- Dionysiotis Y (2012) Analyzing the problem of falls among older people. *Int J Gen Med* 5:805–813
- Oliver D, Healey F, Haines TP (2010) Preventing falls and fall-related injuries in hospitals. *Clin Geriatr Med* 26:645–692
- Pahor M (2019) Falls in older adults: prevention, mortality, and costs. *JAMA* 321:2080–2081
- Painter JA, Allison L, Dhingra P et al (2012) Fear of falling and its relationship with anxiety, depression, and activity engagement among community-dwelling older adults. *Am J Occup Ther* 66:169–176
- Tinetti ME, Kumar C (2010) The patient who falls: 'It's always a trade-off'. *JAMA* 303:258–266
- Bartosch PS, Kristensson J, McGuigan FE, Akesson KE (2020) Frailty and prediction of recurrent falls over 10 years in a community cohort of 75-year-old women. *Aging Clin Exp Res*. <https://doi.org/10.1007/s40520-019-01467-1>
- Liu SW, Obermeyer Z, Chang Y, Shankar KN (2015) Frequency of ED revisits and death among older adults after a fall. *Am J Emerg Med* 33:1012–1018
- Bhala RP, Odonnell J, Thoppil E (1982) Ptophobia. Phobic fear of falling and its clinical management. *Phys Ther* 62:187–190
- Tinetti ME, Powell L (1993) Fear of falling and low self-efficacy: a case of dependence in elderly persons. *J Gerontol* 48:35–38

10. Jørstad EC, Hauer K, Becker C, Lamb SE; ProFaNE Group (2005) Measuring the psychological outcomes of falling: a systematic review. *J Am Geriatr Soc* 53:501–510
11. Scheffer AC, Schuurmans MJ, van Dijk N et al (2008) Fear of falling: measurement strategy, prevalence, risk factors and consequences among older persons. *Age Ageing* 37:19–24
12. Liu JYW (2015) Fear of falling in robust community-dwelling older people: results of a cross-sectional study. *J Clin Nurs* 24:393–405
13. Langeard A, Desjardins-Crêpeau L, Lemay M et al (2019) Cognitive performances better identify fallers than mobility assessment among older adults with fear of falling. *Aging Clin Exp Res*. <https://doi.org/10.1007/s40520-019-01338-9>
14. Arik F, Soysal P, Capar E et al (2020) The association between fear of falling and orthostatic hypotension in older adults. *Aging Clin Exp Res*. <https://doi.org/10.1007/s40520-020-01584-2>
15. Lach HW (2005) Incidence and risk factors for developing fear of falling in older adults. *Public Health Nurs Boston Mass* 22:45–52
16. Zijlstra GAR, van Haastregt JC, van Eijk JT et al (2007) Prevalence and correlates of fear of falling, and associated avoidance of activity in the general population of community-living older people. *Age Ageing* 36:304–309
17. Kempen GJM, van Haastregt JC, McKee KJ et al (2009) Socio-demographic, health-related and psychosocial correlates of fear of falling and avoidance of activity in community-living older persons who avoid activity due to fear of falling. *BMC Public Health* 9:170
18. Cumming RG, Salkeld G, Thomas M, Szonyi G (2000) Prospective study of the impact of fear of falling on activities of daily living, SF-36 scores, and nursing home admission. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 55:M299–305
19. Yardley L, Beyer N, Hauer K et al (2005) Development and initial validation of the falls efficacy scale-international (FES-I). *Age Ageing* 34:614–619
20. Filiatrault J, Gauvin L, Fournier M et al (2007) Evidence of the psychometric qualities of a simplified version of the activities-specific balance confidence scale for community-dwelling seniors. *Arch Phys Med Rehabil* 88:664–672
21. Chen T-Y, Edwards JD, Janke M (2019) Examination of the psychometric properties of the geriatric fear of falling measure among community-dwelling older adults in the United States. *J Appl Gerontol Off J South Gerontol Soc* 38:791–804
22. Marques-Vieira CMA et al (2016) Cross-cultural validation of the falls efficacy scale international in elderly: systematic literature review. *J Clin Gerontol Geriatr* 7:72–76
23. Kempen GJM, Yardley L, van Haastregt JC et al (2008) The Short FES-I: a shortened version of the falls efficacy scale-international to assess fear of falling. *Age Ageing* 37:45–50
24. Hauer KA, Kempen GI, Schwenk M et al (2011) Validity and sensitivity to change of the falls efficacy scales international to assess fear of falling in older adults with and without cognitive impairment. *Gerontology* 57:462–472
25. Denking MD, Igl W, Coll-Planas L et al (2009) Practicality, validity and sensitivity to change of fear of falling self-report in hospitalised elderly—a comparison of four instruments. *Age Ageing* 38:108–112
26. Büla CJ, Martin E, Rochat S, Piot-Ziegler C (2008) Validation of an adapted falls efficacy scale in older rehabilitation patients. *Arch Phys Med Rehabil* 89:291–296
27. Dautel A, Gross M, Abel B et al (2020) Psychometric properties of the German version of the Fear of Falling Questionnaire-revised (FFQ-R) in a sample of older adults after hip or pelvic fracture. *Aging Clin Exp Res*. <https://doi.org/10.1007/s40520-020-01657-2>
28. Delbaere K, Smith ST, Lord SR (2011) Development and initial validation of the iconographical falls efficacy scale. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 66:674–680
29. Mlake-Lye IM, Hempel S, Ganz DA, Shekelle PG (2013) Inpatient fall prevention programs as a patient safety strategy: a systematic review. *Ann Intern Med* 158:390–396
30. Trombetti A, Hars M, Herrmann F et al (2013) Effect of a multifactorial fall-and-fracture risk assessment and management program on gait and balance performances and disability in hospitalized older adults: a controlled study. *Osteoporos Int* 24:867–876
31. Terwee CB, Bot SD, de Boer MR et al (2007) Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *J Clin Epidemiol* 60:34–42
32. Miller MD, Towers A (1991) A manual guidelines for scoring the cumulative illness rating scale for geriatrics (CIRS-G). University of Pittsburgh, Pittsburgh
33. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L et al (1994) A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol* 49:M85–94
34. Granger CV, Hamilton BB, Linacre JM et al (1993) Performance profiles of the functional independence measure. *Am J Phys Med Rehabil* 72:84–89
35. Delgado DA, Lambert BS, Boutris N et al (2018) Validation of digital visual analog scale pain scoring with a traditional paper-based visual analog scale in adults. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev* 2:e088. <https://doi.org/10.5435/JAOSGloabl-D-17-00088>
36. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR (1975) Mini-mental state. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res* 12:189–198
37. Agrell B, Dehlin O (2012) The clock-drawing test. 1998. *Age Ageing* 41(Suppl 3):iii41–45
38. Clément JP, Nassif RF, Léger JM, Marchan F (1997) Mise au point et contribution à la validation d' une version française brève de la Geriatric Depression Scale de Yesavage. *Encephale* 23:91–99
39. Hobart J, Cano S (2009) Improving the evaluation of therapeutic interventions in multiple sclerosis: the role of new psychometric methods. *Health Technol Assess Winch Engl* 2009;13:iii, ix–x, 1–177
40. Tavakol M, Dennick R (2011) Making sense of Cronbach's alpha. *Int J Med Educ* 2:53–55
41. Deyo RA, Diehr P, Patrick DL (1991) Reproducibility and responsiveness of health status measures. Statistics and strategies for evaluation. *Control Clin Trials* 12:142S–158S
42. Walter SD, Eliasziw M, Donner A (1998) Sample size and optimal designs for reliability studies. *Stat Med* 17:101–110
43. de Vet HCW, Terwee CB, Knol DL, Bouter LM (2006) When to use agreement versus reliability measures. *J Clin Epidemiol* 59:1033–1039
44. Hars M, Audet MC, Herrmann F et al (2018) Functional performances on admission predict in-hospital falls, injurious falls, and fractures in older patients: a prospective study. *J Bone Miner Res* 33:852–859
45. Denking MD, Lukas A, Nikolaus T, Hauer K (2015) Factors associated with fear of falling and associated activity restriction in community-dwelling older adults: a systematic review. *Am J Geriatr Psychiatry* 23:72–86
46. Chang H-T, Chen H-C, Chou P (2016) Factors associated with fear of falling among community-dwelling older adults in the Shih-Pai study in Taiwan. *PLoS ONE* 11:e0150612
47. Delbaere K, Close JC, Taylor M et al (2013) Validation of the iconographical falls efficacy scale in cognitively impaired older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 68:1098–1102

48. Delbaere K, Close JC, Mikolaizak AS et al (2010) The falls efficacy scale international (FES-I). A comprehensive longitudinal validation study. *Age Ageing* 39:210–216
49. Kumar A, Delbaere K, Zijlstra GA et al (2016) Exercise for reducing fear of falling in older people living in the community: cochrane systematic review and meta-analysis. *Age Ageing* 45:345–352
50. Chua CHM, Jiang Y, Lim S et al (2019) Effectiveness of cognitive behaviour therapy-based multicomponent interventions on fear of falling among community-dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Adv Nurs* 75:3299–3315
51. Kruisbrink M, Delbaere K, Kempen GJJM et al (2020) Intervention characteristics associated with a reduction in fear of falling among community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Gerontologist*. <https://doi.org/10.1093/geront/gnaa021>

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

TROISIEME PARTIE : Projet VESTICHUTE (« Déficiets de la fonction vestibulaire et chute »)

I. Introduction : le système vestibulaire périphérique

Le système vestibulaire périphérique se compose au niveau de chaque oreille de cinq types de capteurs différents (i.e., canaux semi-circulaires au nombre de 3 et les organes otolithiques au nombre de 2). Ils transmettent l'information au système nerveux central via le nerf vestibulaire qui comprend 2 parties (Figure 2). Le système vestibulaire participe au maintien postural et à la stabilisation du regard pendant les mouvements, en contrôlant et en coordonnant les mouvements réflexes de la tête, du cou, du tronc et des yeux. Ce système complexe est multisensoriel (afférences non seulement vestibulaires mais aussi visuelles et proprioceptives) et présente de multiples interconnexions : structures motrices, système limbique, structures d'orientation spatiale, etc. La sensation d'équilibre repose sur la concordance des signaux envoyés aux structures centrales. Un bilan otoneurologique permet de déterminer la source de symptômes tels les vertiges, l'instabilité posturale ou encore les oscillopsies [52].

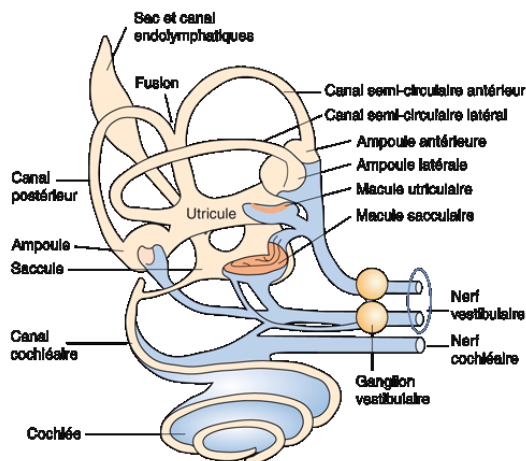


Figure 2. Système vestibulaire

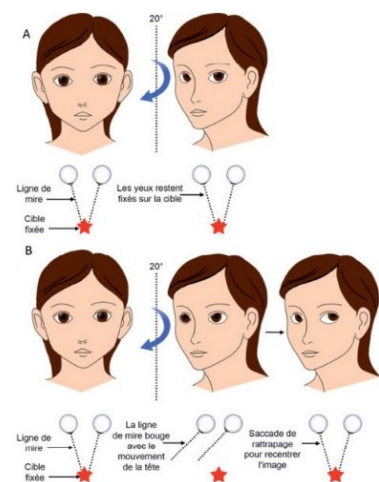


Figure 3. Head Impulse Test (HIT) (d'après ref. (93))

Ces dernières années, de nombreux progrès ont été réalisés dans l'évaluation de la fonction vestibulaire. Le « Head Impulse Test » (HIT) est un test clinique qui permet d'évaluer la fonction de chacun des six canaux semicirculaires. Il a été décrit pour la première fois par Halmagyi et Curthoys en 1988 [53]. Ce test qui évalue le réflexe vestibulo-oculaire à hautes fréquences de stimulation, permet de rechercher un déficit vestibulaire via la mise en évidence de saccades oculaires de rattrapage. En pratique, le test mesure la fonction vestibulaire dans des conditions physiologiques en réponse à une accélération passive de la tête : des impulsions de la tête, de vitesse angulaire supérieure à 150°/sec sont données au patient, soit vers la gauche ou vers la droite, tandis que le patient assis doit fixer une cible située en face de lui. Si la fonction vestibulaire est normale, l'œil a un mouvement opposé de celui de la tête à même vitesse. Si la fonction est anormale, la vitesse du mouvement de l'œil est insuffisante, le patient perd la cible et doit effectuer des saccades de refixation ou rattrapage oculaire (14,15) (Figure 3). Le HITc est de réalisation simple, non invasif, indolore, n'induit aucun vertige rotatoire et est bien toléré par les patients.

Depuis 2009, un système d'enregistrement vidéo des mouvements oculaires, le « Video Head Impulse Test » (vHIT), a été implémenté. En pratique, le vHIT se compose d'une paire de lunettes sur laquelle est fixée une caméra haute vitesse, qui permet l'enregistrement des mouvements des oculaires, et de capteurs de mouvement qui mesurent la vitesse angulaire de la tête (Figure 4). Ces deux dispositifs sont connectés à un ordinateur, présentant un résultat pour chaque canal sous forme d'un canalogramme. Il permet d'objectiver et mesurer les saccades de rattrapage et de calculer le gain du réflexe vestibulo-oculaire. Ce dernier est défini comme le rapport entre la vitesse de la tête et celle des yeux. Le gain du réflexe vestibulo-oculaire (RVO) horizontal avoisine le 1. Un gain inférieur à 0.8 est considéré comme pathologique ; on peut alors observer des saccades de refixation oculaire : la vitesse du mouvement de l'œil étant inférieure à la vitesse du mouvement de la tête, le sujet perd la cible, la saccade de refixation permet dans un 2^{ème} temps de repositionner l'œil sur la cible.

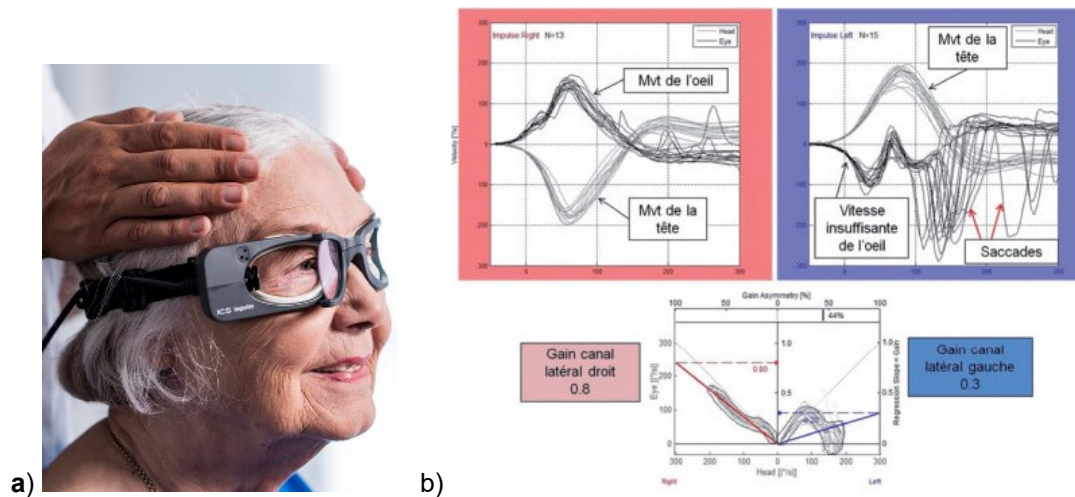


Figure 4. a) lunettes de vHIT et b) représentation graphique des résultats d'un vHIT (d'après ref (93)).

Afin que l'examen ORL soit complet, le vHIT est complété par les épreuves caloriques. Elles explorent également la fonction des canaux semi-circulaires horizontaux dans le domaine des basses fréquences. De nombreuses études ont souligné le fait que ces deux tests avaient une faible concordance mais étaient complémentaires pour poser un diagnostic [54][55][56].

En pratique, l'EC consiste à appliquer de l'eau chaude ou froide dans le conduit auditif externe de chaque côté pendant 20 secondes. Cette irrigation active (eau chaude) ou inhibe (eau froide) le système vestibulaire et induit une sensation rotatoire d'une à deux minutes. Les mouvements oculaires induits (nystagmus) sont mesurés dans l'obscurité sous vidéo- ou électronystagmographie. On compare alors les réponses obtenues de chaque côté afin de détecter une asymétrie fonctionnelle.

Récemment le groupe de travail international « *Aging, Vestibular Function, and Balance* », conduit sous l'égide du *National Institute on Aging* et du *National Institute on Deafness and Other Communication Disorders*, a publié une déclaration de consensus synthétisant les lacunes dans le domaine et définissant un agenda en vue d'avancées scientifiques significatives. Au-delà de souligner le sous-dépistage et prise en charge des déficits de la fonction vestibulaire dans la population gériatrique, ce groupe souligne notamment la nécessité d'identifier les mesures cliniques du déficit vestibulaires les plus fiables et valides. Dans la littérature, l'écrasante majorité des études évaluant la prévalence et/ou l'impact des déficits de la fonction vestibulaire dans la population gériatrique ont été menées auprès de patients pathologiques ou consultant pour des vertiges et/ou des troubles de l'équilibre. Par

ailleurs, le diagnostic de déficit vestibulaire dans ces études repose uniquement sur des symptômes cliniques ou sur une grande hétérogénéité de tests [49,57,58,59]. A notre connaissance, aucune étude intégrant les différents tests spécifiques de la fonction vestibulaire décrit ci-dessus n'a été menée de manière prospective auprès d'une population générale gériatrique.

La prise en charge des affections du système vestibulaire est le plus souvent multimodale. Dans le cas d'un déficit vestibulaire unilatéral aigu les corticoïdes semblent améliorer la compensation vestibulaire centrale et la récupération périphérique [60][61], et la bétahistine permet de rééquilibrer l'activité neuronale entre les noyaux vestibulaires [62]. Pour la plupart des cas une prise en charge médicamenteuse associée à de la physiothérapie vestibulaire est nécessaire [63]. A noter que le taux de récupération spontané n'est pas négligeable.

II. Méthode

Dans un contexte de sous-dépistage/évaluation des déficits de la fonction vestibulaire chez le sujet âgé, nous avons mené un projet pilote, monocentrique, prospectif, observationnel chez des patients admis aux Services de Gériatrie et de Médecine Interne de l'Âgé du Département de Réadaptation et Gériatrie à l'Hôpital des Trois-Chêne.

Le projet « VESTICHUTE » a pour objectifs principaux d'évaluer la faisabilité et l'intérêt de l'implémentation d'un ou de divers tests du déficit vestibulaire dans la population gériatrique hospitalisée. Dans le cadre de cette thèse, notre travail a porté sur la première phase du projet visant à évaluer la faisabilité de différents tests de dépistage du déficit vestibulaire et déterminer la prévalence de ce dernier selon l'évaluation de l'opérateur chez 50 patients âgés hospitalisés (les objectifs de la seconde phase étant de déterminer la valeur diagnostique des différents tests et l'impact clinique du déficit vestibulaire dans cette population, dans un collectif plus étoffé).

• Les patients remplissant l'ensemble des critères d'inclusion suivants étaient éligibles pour l'étude :

- Hospitalisé au Département de Réadaptation et Gériatrie à l'Hôpital des Trois-Chêne
- Homme ou femme âgé ≥ 65 ans

- Capable de comprendre les consignes données
 - Ayant complété et signé le consentement éclairé
- La présence d'un seul des critères d'exclusion suivants empêchait la participation à l'étude :
 - Patient souffrant d'une pathologie neurologique (accident vasculaire cérébral, maladie de Parkinson)
 - Patient présentant des troubles visuels majeurs (incapacité à identifier la cible lors du test vHIT, rendant le test impossible)
 - Patient admis pour une fracture récente de l'un des quatre membres
 - Patient n'ayant pas sa capacité de discernement pour donner son consentement pour participer à l'étude, notamment dans un contexte d'état confusionnel aigu et/ou de démence avérée.

Le recrutement des patients a été réalisé au plus proche de l'admission, pour tout patient admis à l'Hôpital des Trois-Chêne et après vérification des critères d'inclusion et d'exclusion.

Deux groupes de patients ont été constitués : i) un groupe « *Chuteur* » incluant des patients admis pour chute ou ayant chuté au moins une fois dans les 6 derniers mois et ii) un groupe « *Non chuteur* » incluant des patients non admis pour chute et n'ayant pas chuté dans les 6 derniers mois.

Les patients recrutés selon les critères d'inclusion et d'exclusion étaient évalués par un technicien ou un médecin du Service d'ORL et de Chirurgie Cervico-faciale, à l'Hôpital des Trois-Chêne (en alternance, chaque semaine ces 2 opérateurs se relayaient). Sept tests spécifiques de la fonction vestibulaire ont ainsi été administrés à chaque patient : le HITc, le vHIT, le test Vibratoire, le test « Head Shaking », le test « Supine Head Roll test », le test de Hallpike et les Epreuves Caloriques.

- **HITc.** : Ce test mesure la fonction vestibulaire en réponse à une accélération passive de la tête : des impulsions de la tête, de vitesse angulaire supérieure à 150°/sec sont données au patient, soit vers la gauche ou vers la droite, tandis que le patient assis doit fixer une cible située en face de lui. Si la fonction vestibulaire est normale, l'œil a un mouvement opposé de celui de la tête à même vitesse. Si la fonction est anormale, la vitesse du mouvement de l'œil est insuffisante, le patient perd la cible et doit effectuer des saccades de refixation

oculaire [54][64]. Le HITc est de réalisation simple, non invasif, indolore, n'induit pas de vertige rotatoire.

- **vHIT.** : Le test vHIT est réalisé avec une paire de lunettes EyeSeeCam® sur laquelle est fixée une caméra à haute vitesse, qui permet l'enregistrement des mouvements des oculaires, et de capteurs de mouvement qui mesurent la vitesse angulaire de la tête [54]. Ces deux dispositifs sont connectés à un ordinateur, présentant un résultat pour chaque canal sous forme d'un canalogramme.
- **Test Head Shaking** : Ce test (sous vidéonystagmoscopie) consiste à tourner la tête du patient pendant 20 secondes dans le plan horizontal tandis qu'il a les yeux fermés et rechercher un nystagmus à l'ouverture des yeux [65]. La présence d'un nystagmus est souvent retrouvée lors d'une atteinte vestibulaire unilatérale non compensée.
- **Test Vibratoire** : Ce test consiste à rechercher une asymétrie du système vestibulaire à hautes fréquences. Un vibreur est appliqué séquentiellement à droite et à gauche derrière l'oreille (en retromastoidien) pendant quelques secondes [66]. La présence d'un nystagmus oriente vers une asymétrie de fonction.
- **Test de Hallpike** : Ce test (sous vidéonystagmoscopie) consiste à abaisser rapidement le patient en décubitus dorsal avec la tête en hyperextension cervicale (à 30°) et rechercher un nystagmus [67]. Ce test est le premier test de référence pour diagnostiquer le vertige position paroxystique bénin (VPPB) du canal semi-circulaire postérieur.
- **Test Supine Head Roll** : Ce test (sous vidéonystagmoscopie) consiste à placer le patient en décubitus dorsal avec la tête en antéflexion et tourner la tête du patient de 90 degrés de chaque côté, et rechercher un nystagmus. Ce test permet de rechercher un VPPB du canal latéral [68].
- **Épreuves Caloriques** : Ce test consiste à appliquer de l'eau chaude ou froide dans le conduit auditif externe de chaque côté pendant 20 secondes. Cette irrigation active (eau chaude) ou inhibe (eau froide) le système vestibulaire et induit une sensation rotatoire d'une à deux minutes. Les mouvements oculaires

induits (nystagmus) sont mesurés. On compare alors les réponses obtenues de chaque côté afin de détecter une asymétrie fonctionnelle [69].

L'ensemble du plateau technique a pu être acquis et installé dans une salle de consultation à l'Hôpital des Trois-Chêne, pour les besoins spécifiques du projet. La durée totale d'administration de ces tests était d'environ 60 minutes. Les patients, en chemise d'hôpital, étaient installés dans un fauteuil d'examen ORL. Un examen par otoscope vérifiait la présence de bouchons de cérumen pouvant altérer les résultats et ces bouchons étaient retirés si besoin. A tour de rôle chaque test était effectué et selon le jugement de l'opérateur en fonction de la présence de nystagmus pathologique, le résultat était notifié sur le Case Report Form (CRF) comme normal ou pathologique. L'ensemble des données instrumentales disponibles (e.g., nombreux paramètres issus des différents systèmes) seront analysées et interprétées dans une deuxième phase du projet.

Le projet de recherche « VESTICHUTE » a été approuvé par la Commission Cantonale d'Éthique de la Recherche de Genève (Numéro de projet : 2020-02406).

En termes d'analyses, les statistiques descriptives ont été utilisées pour caractériser la population de l'étude et les données ont été présentées sous forme de moyennes \pm écart-type ou nombre (pourcentage). Les comparaisons entre les groupes ont été réalisées à partir du test du Chi-carré ou du test exact de Fischer si nécessaire. Les variables continues ont été comparées à l'aide du test de T de Student ou du test de Mann-Whitey-Wilcoxon.

III. Résultats

Description de la population

Un total de 50 patients a été inclus dans la première phase de l'étude faisant l'objet de cette thèse. Les caractéristiques sociodémographiques et cliniques de la population sont détaillées dans la Table 6. Les patients avaient en moyenne 84.6 ans \pm 6.8 ans et 48% (24/50) étaient des femmes. L'évaluation des fonctions cognitives et de la capacité mnésique souligne que les patients présentaient des altérations (MMSE : 23.9 \pm 4.6). Les patients présentaient également des altérations fonctionnelles comme le soulignent les performances obtenues au SPPB (score : 5.9 \pm 2.6) et au TUG (temps : 26.0 \pm 14.6),

administrés par les physiothérapeutes. Plus de 45% des patients présentaient un score SPPB < 6 marquant ainsi l'importance des troubles de la mobilité (Table 3). Les patients chuteurs et non chuteurs ne différaient pas significativement pour l'ensemble des caractéristiques sociodémographiques et cliniques ($p>0.05$)

Caractéristiques	Non chuteurs (N=20)	Chuteurs (N=30)	Total (N=50)
Sexe, femmes	9 (45.0%)	15 (50.0%)	24 (48.0%)
Age, années	85.1 ± 6.9	84.2 ± 6.9	84.6 ± 6.8
MMSE, score	24.4 ± 3.8	23.5 ± 5.1	23.9 ± 4.6
SPPB, score	5.4 ± 3.1	6.2 ± 2.3	5.9 ± 2.6
SPPB < 6	8 (50.0%)	13 (43.3%)	21 (45.7%)
TUG, temps	29.5 ± 14.3	24.5 ± 14.6	26.0 ± 14.6
MIF, score	93.6 ± 20.0	99.0 ± 15.8	96.9 ± 17.6
DHI, score	9.8 ± 23.1	6.2 ± 11.3	7.7 ± 16.9
Short FES-I, score	12.6 ± 6.8	11.1 ± 4.1	11.7 ± 5.3

Données présentées comme moyenne ± écart type ou nombre (pourcentage)

MMSE, Mini Mental State Examination; SPPB, Short Physical Performance Battery; TUG, Timed Up & Go; MIF, Mesure d'Indépendance Fonctionnelle; DHI, Dizziness Handicap Inventory; Short FES-I, Short Falls Efficacy Scale International

Table 3. Caractéristiques de la population d'étude (N=50)

Faisabilité des tests

La faisabilité des tests est détaillée dans la Table 4. Dans le collectif total, différents tests n'ont pu être réalisés ou ont été refusés par les patients. Le test HITc, les Épreuves Caloriques, le test Vibratoire et le test Head Shaking ont été les examens qui ont été le plus réalisés dans leur totalité, avec des prévalences retrouvées de 96%, 96%, 98% et 100%, respectivement. Les deux tests les moins réalisés ont été le test Hallpike (58%) et le test Supine Head Roll (70%). Les motifs de non-réalisation de ces deux derniers examens étaient dans plus de 80% des cas en lien avec un inconfort et/ou des douleurs cervicales et/ou dorso-lombaires. Les

observations des opérateurs ont par ailleurs mis en évidence une certaine appréhension lors de la réalisation de ces examens.

Tests	N	Proportion	Intervalle de confiance à 95% (%)
HITc	48/50	96%	86-100
vHIT	41/50	82%	69-91
Test Head Shaking	50/50	100%	93-100
Test Vibratoire	49/50	98%	89-100
Test de Hallpike	29/50	58%	43-72
Test Supine Head Roll	35/50	70%	55-82
Épreuves Caloriques	48/50	96%	86-100

Table 4. Faisabilité des différents tests vestibulaires administrés dans le collectif total (N=50)

A relever toutefois que dans le collectif total l'ensemble des tests ont pu être réalisés chez seulement 52% des patients recrutés (Table 5).

Nombre de tests réalisables	N	Proportion
3/7	1/50	2%
4/7	8/50	16%
5/7	7/50	14%
6/7	8/50	16%
7/7	26/50	52%

Table 5. Faisabilité des différents tests vestibulaires administrés : nombre de tests réalisables par patient (N=50)

Dans le groupe « Non-chuteurs » (Figure 5 et Table 6), le test Vibratoire et le test Head Shaking ont pu être effectués chez l'ensemble des patients. Ensuite, par ordre de faisabilité, nous retrouvons le HITc (95%), les Épreuves Caloriques (90%), le vHIT (80%) et le test Supine Head Roll (75%). Le test Hallpike n'a pu être réalisé que chez 65% des patients. Ce résultat s'explique par des douleurs ou inconfort dorsolombaires ressentis par le patient durant le test et qui ont mené à son interruption. Dans le groupe « Chuteurs », les tests qui ont été le plus fréquemment réalisés dans leur totalité furent : les Épreuves Caloriques (100%), le test Vibratoire (100%), le test Head Shaking (96.7%) et le HITc (96.7%). Le test de Hallpike a été le moins réalisé dans sa totalité (53.3%). La proportion de tests réalisables ne différait pas entre

les groupes « Non-Chuteurs » et « Chuteurs » pour chaque test ($p>0.05$ pour l'ensemble des tests).

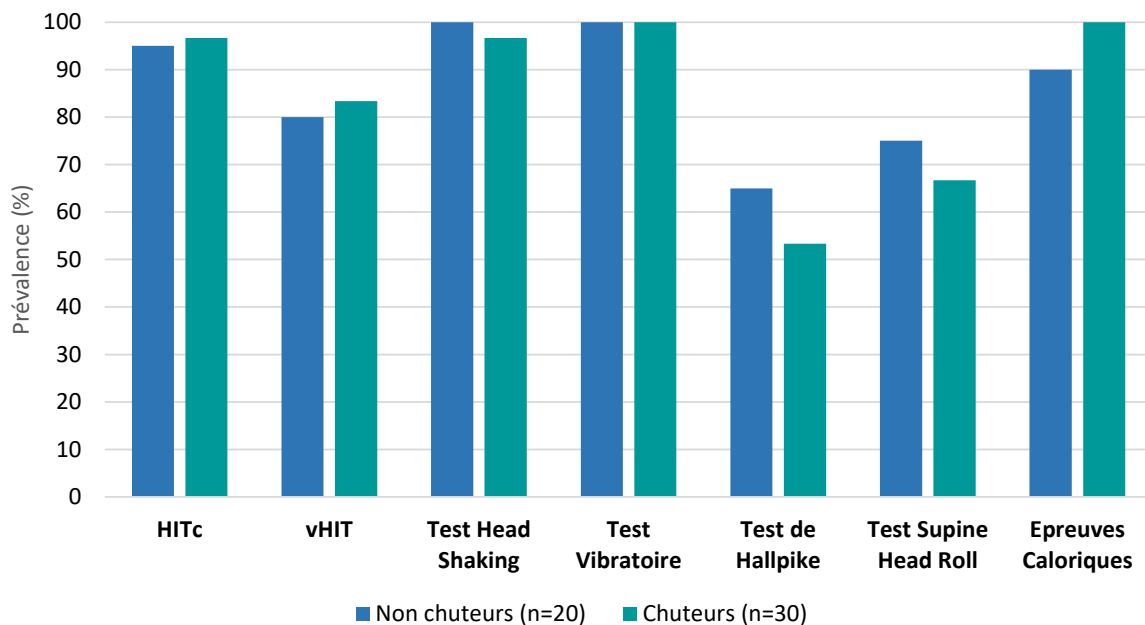


Figure 5. Faisabilité des 7 tests vestibulaires administrés dans les groupes « Chuteurs » et « Non chuteurs »

	HITc	vHIT	Test Head Shaking	Test Vibratoire	Test de Hallpike	Test Supine Head Roll	Epreuves Caloriques
Non chuteurs (n=20)	19 (95%)	16 (80%)	20 (100%)	20 (100%)	13 (65%)	15 (75%)	18 (90%)
Chuteurs (n=30)	29 (96.7%)	25 (83.3%)	29 (96.7%)	30 (100%)	16 (53.3%)	20 (66.7%)	30 (100%)

Table 6. Faisabilité des 7 tests vestibulaires administrés dans les groupes « Chuteurs » et « Non chuteurs »

Prévalence du déficit vestibulaire

Chaque examen a été interprété comme normal ou pathologique par l'opérateur. De ces observations nous avons pu constater que la prévalence de tests pathologique était extrêmement variable selon le test retenu. Les prévalences les plus élevées ont été retrouvées pour les épreuves caloriques (85%) ensuite le test Vibratoire (57%) et le test Head Shaking (48%) (Table 7). Les prévalences les plus basses ont été retrouvées pour le test de Hallpike (7%) et HITc (8%).

Tests	N	Proportion	Intervalle de confiance à 95% (%)
HITc	4/48	8%	2-20
vHIT	9/41	22%	11-38
Test Head Shaking	24/50	48%	34-63
Test Vibratoire	28/49	57%	42-71
Test de Hallpike	2/29	7%	1-23
Test Supine Head Roll	9/35	26%	12-43
Épreuves Caloriques	41/48	85%	72-94

Table 7. Prévalence de tests vestibulaires pathologiques dans le collectif total (N=50)

Nous avons également observé une grande divergence du nombre de tests pathologiques par nombre de tests réalisables, avec une faible concordance (Table 8 et Figure 6). Sur les 26 patients chez qui les 7 tests ont pu être réalisés, aucun patient n'avait l'ensemble des tests pathologiques, alors que 7 d'entre eux ne présentaient qu'un seul test pathologique sur les 7 administrés et 17 d'entre eux présentaient au moins deux tests pathologiques sur les 7 administrés (Table 8). Il est à noter que ces examens ne testent pas tous les mêmes canaux ou encore sont réalisés à différentes fréquences, et sont souvent complémentaires pour poser un diagnostic de déficit vestibulaire.

Nombre de tests réalisables	Nombre de tests pathologiques					
	0	1	2	3	4	5
3 (N=1)	0	0	0	1	0	0
4 (N=8)	1	2	1	3	1	0
5 (N=7)	0	3	3	1	0	0
6 (N=8)	0	1	3	2	2	0
7 (N=26)	2	7	4	5	6	2

Table 8. Nombre de tests pathologiques par nombre de tests réalisables (N=50)

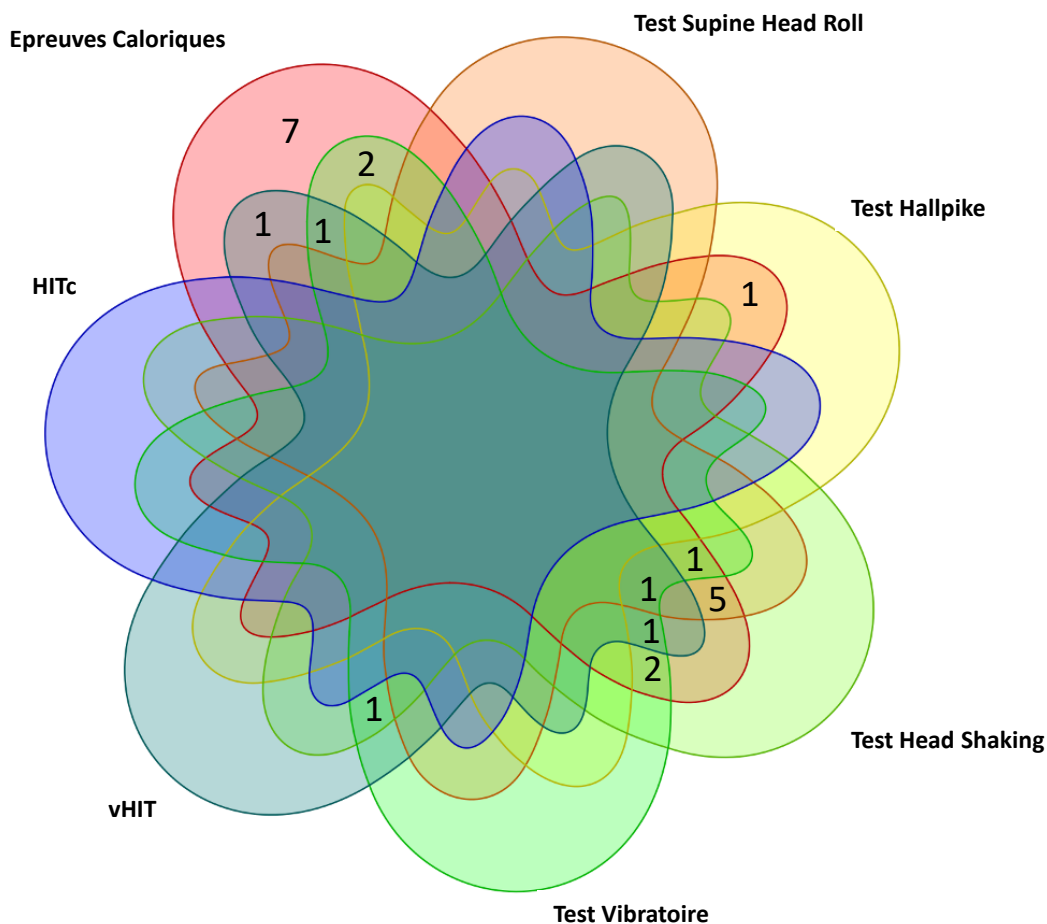


Figure 6. Diagramme de Venn illustrant la concordance entre les tests pathologiques dans le collectif de patients avec 7 tests vestibulaires réalisables

Dans le groupe « Non-chuteurs », nous avons observé que lors des Epreuves Caloriques nous avons une prévalence de 88.9% du déficit vestibulaire contre seulement 18.8% lors du vHIT et 5.3% lors du HITc (Figure 7 et Table 9). Nous relevons cette même constatation dans le groupe des chuteurs. L'examen pour lequel nous retrouvons la plus haute prévalence du déficit vestibulaire est les Épreuves Caloriques (83.3%) suivi par le test Head Shaking (62.1%) puis le test Vibratoire (50%). La comparaison entre les groupes « Non-Chuteurs » et « Chuteurs » ne soulignait aucune différence de prévalence de tests pathologiques pour chaque test ($p > 0.05$ pour l'ensemble des tests).

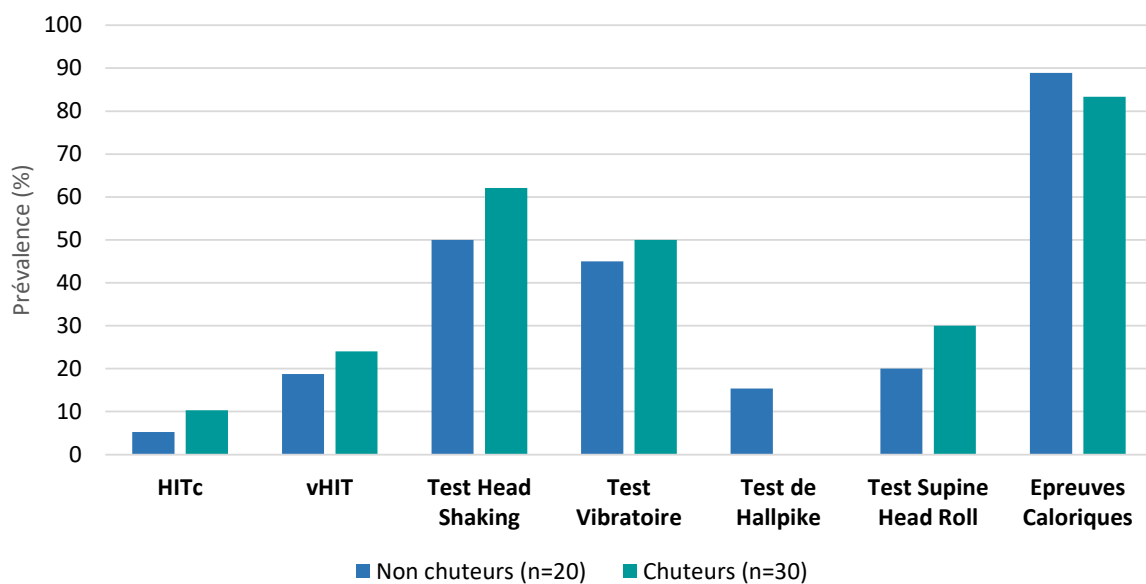


Figure 7. Prévalence de tests vestibulaires pathologiques dans les groupes « Non-chuteurs » et « Chuteurs »

	HITc	vHIT	Test Head Shaking	Test Vibratoire	Test de Hallpike	Test Supine Head Roll	Épreuves Caloriques
Non chuteurs (n=20)	1 (5.3%)	3 (18.8%)	10 (50%)	9 (45%)	2 (15.4%)	3 (20%)	16 (88.9%)
Chuteurs (n=30)	3 (10.3%)	6 (24%)	18 (62.1%)	15 (50%)	0 (0%)	6 (30%)	25 (83.3%)

Table 9. Prévalence de tests vestibulaires pathologiques dans les groupes « Non-chuteurs » et « Chuteurs »

IV. Discussion

Ce projet a permis d'implémenter et d'évaluer la faisabilité de 7 tests spécifiques de la fonction vestibulaire dans la population gériatrique hospitalisée. Il s'agit à notre connaissance de la première étude évaluant la faisabilité d'un large spectre de tests de la fonction

vestibulaire dans la population générale âgée. L'étude a mis en évidence la limitation de certains de ces tests dans notre population ciblée.

Les résultats dans notre collectif soulignent que la prévalence du déficit vestibulaire est extrêmement variable selon le test administré, mais ne semble pas différer selon les groupes « Non-Chuteurs » et « Chuteurs ».

La comparaison directe des prévalences du déficit vestibulaire retrouvées dans notre population avec les données de la littérature est extrêmement limitée dans la mesure où la quasi-totalité des études se sont focalisées sur une population âgée pathologique ou consultant pour des vertiges/troubles de l'équilibre et/ou se sont basés sur le statut clinique pour la détermination du déficit vestibulaire. A notre connaissance, aucune étude intégrant plusieurs des tests spécifiques de la fonction vestibulaire décrit ci-dessus n'a été menée de manière prospective auprès d'une population générale gériatrique. Une large étude menée aux USA sur 6785 sujets de plus de 40 ans, basée sur un test clinique (i.e., test Romberg sur une surface en mousse avec les yeux fermés), suggère que le taux de prévalence du déficit vestibulaire est de 35,4% pour les 40ans et plus et qu'elle augmente avec l'âge passant de 50% pour les 60-69ans à 85% chez les plus de 80 ans [70]. Dans cette vaste étude, une association était retrouvée entre le déficit vestibulaire et l'historique de chute (odds ratio ajusté : 2.6, IC95% : 1.6-4.1), avec une association plus marquée chez les patients présentant un déficit vestibulaire et symptomatiques (i.e., présentant des vertiges ; odds ratio ajusté : 12.3, IC95% : 7.9-16.7). Différentes études sont venues par ailleurs souligner une augmentation du risque de chute en lien avec un déficit vestibulaire [31,71,72,73,74] même chez les personnes âgées peu symptomatiques ou asymptomatiques.

Les données collectées dans notre collectif de 50 patients ne soulignent pas de différence de prévalence du déficit vestibulaire entre les patients chuteurs et non chuteurs. Néanmoins ces données doivent être prises avec une extrême précaution, notamment au regard du faible collectif (e.g., manque de puissance statistique) et du critère retenu pour les chutes. En effet, les chutes ont été collectées rétrospectivement sur une période de 6 mois, basées sur la déclaration du patient, pour lequel un biais de mémorisation ne peut être exclu. Des données prospectives de chutes devraient permettre de clarifier l'association entre le déficit vestibulaire et les chutes. A l'avenir, les objectifs seront de déterminer, dans un collectif

élargi, l'expression phénotypique des déficits de la fonction vestibulaire, ainsi que leur valeur pronostique dans cette population (basé sur un ou une combinaison de tests), dans l'optique de généraliser un dépistage /une évaluation systématique pour cette population spécifique.

Bien que les tests effectués se concentrent sur les réductions de la fonction physiologique vestibulaire, il est par ailleurs probable que l'impact clinique de l'atteinte vestibulaire soit modulé par d'autres facteurs (notamment les entrées sensorielles). Les futures études pourraient également analyser l'atteinte vestibulaire associée au déclin ou dysfonctionnement des autres systèmes physiologiques et de leurs effets conjoints, notamment sur la déficience fonctionnelle et les chutes des personnes âgées.

Différentes limites de cette étude doivent être prises en considération dans l'interprétation des résultats. Premièrement, comme précédemment souligné, l'effectif limité de notre population constitue une limite principale. Deuxièmement, cette étude ayant été menée au sein d'un seul site hospitalier par deux opérateurs formés, les résultats obtenus devront être confirmés dans d'autres études. Les futures études par ailleurs s'attacheront à déterminer la reproductibilité des tests. Finalement, les caractéristiques de la population étudiée peuvent également limiter la généralisation de nos résultats. En effet, notre population pourrait ne pas être représentative de la population gériatrique en général, notamment au regard des critères d'exclusion de l'étude (i.e., exclusion des patients avec des pathologies neurologiques, des troubles visuels majeurs et des troubles cognitifs majeurs) et du contexte hospitalier durant lequel les patients âgés peuvent présenter des pathologies somatiques aiguës surajoutées.

En termes de stratégie future de prise en charge du déficit vestibulaire, la prise en charge est actuellement principalement centrée sur la physiothérapie vestibulaire, dont les bénéfices sur les troubles de l'équilibre et de la marche méritent encore d'être clarifiés dans notre population gériatrique hospitalisée. Nos collègues du Service d'ORL et de Chirurgie Cervico-faciale ont développé ces dernières années une « neuroprothèse » qui fonctionne comme un capteur de mouvement que l'on fixe sur la tête du patient et traduit tous les mouvements en code de stimulation électrique qui est envoyé au nerf vestibulaire. Ce dispositif artificiel est en train d'être testé chez des patients avec un déficit vestibulaire bilatéral. Il permet dans une certaine mesure la restitution multidimensionnelle de la fonction vestibulaire et ouvre des perspectives thérapeutiques prometteuses [75].

QUATRIEME PARTIE : DISCUSSION GENERALE ET CONCLUSION

La prévention des chutes constitue une priorité de santé publique. Aux Hôpitaux Universitaires de Genève, les chutes figurent parmi les premières causes d'hospitalisation du sujet âgé (environ 1 patient sur 3 est hospitalisé au motif d'une chute à l'hôpital des Trois-Chêne) et demeurent par ailleurs extrêmement fréquentes au sein de l'institution (1 patient sur 5 hospitalisé au Département de Réadaptation et Gériatrie). Les deux études prospectives mises en place dans le cadre de cette thèse se sont inscrites dans la continuité de divers projets de prévention des chutes mis en place au Département de Réadaptation et Gériatrie, ayant pour objectif principal d'améliorer et de standardiser la prise en charge des patients âgés chuteurs et/ou avec troubles de la mobilité. L'hospitalisation représente une opportunité unique de prise en charge du patient âgé chuteur ou à risque de chute. Un programme interdisciplinaire intra-hospitalier (CHEOPS) est notamment disponible à l'Hôpital des Trois-Chêne pour les patients chuteur et/ou avec troubles aggravés de la mobilité. Ce programme propose une évaluation multidisciplinaire et multifactorielle du risque de chute et de fracture suivie d'une intervention individualisée de correction des facteurs de risque.

Dans une démarche de prévention systématique des chutes, l'identification des facteurs de risque est de toute première importance puisqu'elle va conditionner les interventions futures. Comme relevé dans la première partie, certains facteurs de risque de chute sont encore faiblement dépistés/évalués et traités au sein de notre institution tout comme tout au long du continuum de soins, notamment la peur de tomber et le déficit vestibulaire.

En termes d'évaluation de la peur de tomber, de nombreuses échelles ont été validées en population communautaire. Néanmoins, comme relevé notamment par les ergothérapeutes/autres professionnels de la santé dans notre institution, un problème majeur rencontré avec ces échelles d'évaluation de la peur de tomber validées en milieu communautaire, demeure principalement la difficulté des patients à coter leur inquiétude face à la possibilité de chuter dans un contexte environnemental concret/une situation

spécifique (e.g., monter une pente), alors qu'ils sont confinés dans une unité de soins, ceci pouvant constituer un biais majeur dans l'évaluation de la peur de tomber. Nous avons ainsi pu développer et valider pour la première fois une échelle d'évaluation de la peur de tomber avec mise en situation, dédiée à la population gériatrique hospitalisée : l'échelle Perform-FES. L'échelle Perform-FES est une nouvelle manière d'évaluer la peur de tomber chez les patients âgés hospitalisés, en mettant en situation le patient, le ressenti du patient étant évalué lors de ses activités quotidiennes réelles. L'analyse des résultats souligne de bonnes propriétés psychométriques de cette échelle (i.e., fiable, cohérente et discriminante) et suggère que cette dernière peut être un outil pertinent d'évaluation de la peur de tomber dans cette population. Au-delà de la validation scientifique de l'échelle et de l'obtention d'un score, le retour des thérapeutes concernant l'introduction de l'échelle Perform-FES en routine clinique a été extrêmement encourageant. Les thérapeutes ont en effet souligné l'intérêt de mettre en situation le patient, ceci leur fournissant des informations précises leur permettant de cibler la prise en charge sur les difficultés du patient. Ainsi, les ergothérapeutes et autres professionnels de la santé peuvent orienter leurs soins sur des situations/tâches d'intérêt que les patients ne réalisent plus au quotidien par peur de tomber et/ou qui les limitent dans leur autonomie (e.g., escaliers). Cette échelle a été introduite en routine clinique dans le programme intra-hospitalier « CHutEs et OstéoPorose » (CHEOPS) à l'Hôpital des Trois-Chêne, dans la batterie d'évaluation systématique administrée à l'admission (pour orienter la prise en charge) et hebdomadairement (pour monitorer les progrès du patient). Les études futures pourront notamment s'attacher à évaluer la sensibilité au changement de cette échelle et l'intérêt d'une prise en charge spécifique de la peur de tomber (e.g., prise en charge multidisciplinaire ciblée sur les situations/tâches d'intérêt pour lesquelles le patient a émis une peur). Cette échelle devrait en effet tout particulièrement être utile dans le cadre d'études interventionnelles menées en milieu hospitalier. Un essai randomisé contrôlé vient ainsi d'être mené à l'Hôpital des Trois-Chêne (analyses en cours), visant à évaluer l'efficacité d'un programme d'hypnose délivré durant l'hospitalisation dans la réduction de la peur de tomber, avec l'échelle Perform-FES administrée à l'inclusion et lors des visites d'évaluation de suivi.

En termes de déficit de la fonction vestibulaire, le dépistage/l'évaluation et la prise en charge du déficit vestibulaire sont encore lacunaires au sein de notre institution tout

comme tout au long du continuum de soins. En pratique à l'hôpital des Trois-Chêne, on dénombre un nombre croissant de demandes de consultations en lien, le plus souvent pour des vertiges d'origine périphérique associés à des troubles de la marche, de l'équilibre et/ou des chutes mais seul un nombre infime de patients bénéficient d'une évaluation de la fonction vestibulaire. L'équilibre et la marche nécessitant la mise en jeu de multiples informations sensorielles parmi lesquelles l'appareil vestibulaire de l'oreille interne joue un rôle essentiel, il apparaît pourtant primordial d'évaluer la fonction vestibulaire chez le patient âgé, tout particulièrement chez le patient chuteur ou présentant des troubles de l'équilibre et/ou de la marche. L'étendue de la prévalence des déficits de la fonction vestibulaire est encore méconnue et probablement largement sous-estimée notamment du fait de sa présentation clinique qui peut être extrêmement variée.

L'étude VESTICHUTE, menée au sein de l'hôpital des Trois-Chêne, souligne la faisabilité de différents tests spécifiques de la fonction vestibulaire dans la population gériatrique hospitalisée et une haute prévalence du déficit de la fonction vestibulaire dans cette population. Les résultats futurs de l'étude VESTICHUTE devraient permettre de sélectionner le test (ou la combinaison de tests) le plus fiable, valide et discriminant dans la population gériatrique hospitalisée afin de l'introduire en routine clinique, notamment dans la batterie d'évaluation multifactorielle. Les valeurs prédictives indépendantes et additionnelles (aux autres outils déjà utilisés en routine clinique) de ces tests dans l'estimation du risque de chute seront tout particulièrement déterminées. Afin de faciliter l'introduction de ces tests, une assistante CHEOPS (programme intra-hospitalier et consultation ambulatoire) est en cours de formation avec l'équipe spécialisée du Service d'ORL et de Chirurgie Cervico-faciale.

L'intégration d'une évaluation systématique de la fonction vestibulaire chez les patients devrait permettre de mettre en place une prise en charge ciblée, focalisée notamment sur la rééducation vestibulaire. A ce jour, aucun physiothérapeute n'est spécialisé dans la rééducation vestibulaire à l'Hôpital des Trois-Chêne. Ainsi, il est prévu ces prochains mois que divers physiothérapeutes bénéficient d'une formation externe spécifique à la rééducation vestibulaire.

CONCLUSION

Le fardeau humain et économique imposé par les troubles de la mobilité et les chutes sur notre institution, tout comme notre société, devrait s'alourdir au cours des années à venir. Notre travail de thèse, a permis la mise en place d'outils spécifiques d'évaluation de facteurs de risque de chute à l'Hôpital des Trois-Chêne, incluant la peur de tomber et le déficit vestibulaire. L'échelle Perform-FES est notamment désormais utilisée en routine à l'Hôpital des Trois-Chêne. L'amélioration du dépistage de ces facteurs de risques de chute jusqu'alors peu recherchés, associée à des pratiques interprofessionnelles fondées sur des données probantes pourront probablement contribuer à inverser cette tendance préoccupante.

REFERENCES

1. World Health Organization, ed. WHO global report on falls prevention in older age. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2008.
2. Al-Aama T. Falls in the elderly. *Can Fam Physician* 2011; 57: 771–776.
3. Pahor M. Falls in Older Adults: Prevention, Mortality, and Costs. *JAMA* 2019; 321: 2080–2081.
4. Tinetti ME, Kumar C. The patient who falls: ‘It’s always a trade-off’. *JAMA* 2010; 303: 258–266.
5. Jehu DA, Davis JC, Liu-Ambrose T. Risk factors for recurrent falls in older adults: a study protocol for a systematic review with meta-analysis. *BMJ Open* 2020; 10: e033602.
6. Berry SD, Miller R. Falls: Epidemiology, Pathophysiology, and Relationship to Fracture. *Curr Osteoporos Rep* 2008; 6: 149–154.
7. Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med* 1988; 319: 1701–1707.
8. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World population prospects Highlights, 2019 revision Highlights, 2019 revision. 2019.
9. Bureau de prévention des accidents. BPA <https://www.bfu.ch/fr>
10. Nachreiner NM, Findorff MJ, Wyman JF, McCarthy TC. Circumstances and consequences of falls in community-dwelling older women. *J Womens Health (Larchmt)* 2007; 16: 1437–1446.
11. Ganz DA, Latham NK. Prevention of Falls in Community-Dwelling Older Adults. *New England Journal of Medicine* 2020; 382: 734–743.
12. Zisberg A, Shadmi E, Sinoff G, Gur-Yaish N, Srulovici E, Admi H. Low mobility during hospitalization and functional decline in older adults. *J Am Geriatr Soc* 2011; 59: 266–273.
13. Schwendimann R, Bühler H, De Geest S, Milisen K. Characteristics of hospital inpatient falls across clinical departments. *Gerontology* 2008; 54: 342–348.
14. Petitpierre NJ, Trombetti A, Carroll I, Michel J-P, Herrmann FR. The FIM instrument

to identify patients at risk of falling in geriatric wards: a 10-year retrospective study. *Age Ageing* 2010; 39: 326–331.

15. Hoffman GJ, Liu H, Alexander NB, Tinetti M, Braun TM, Min LC. Posthospital Fall Injuries and 30-Day Readmissions in Adults 65 Years and Older. *JAMA Netw Open* 2019; 2: e194276.
16. Hars M, Audet M-C, Herrmann F *et al.* Functional Performances on Admission Predict In-Hospital Falls, Injurious Falls, and Fractures in Older Patients: A Prospective Study. *J Bone Miner Res* 2018; 33: 852–859.
17. Naseri C, Haines TP, Etherton-Beer C *et al.* Reducing falls in older adults recently discharged from hospital: a systematic review and meta-analysis. *Age Ageing* 2018; 47: 512–519.
18. Kelsey JL, Procter-Gray E, Hannan MT, Li W. Heterogeneity of Falls Among Older Adults: Implications for Public Health Prevention. *Am J Public Health* 2012; 102: 2149–2156.
19. Tinetti ME, Liu WL, Claus EB. Predictors and prognosis of inability to get up after falls among elderly persons. *JAMA* 1993; 269: 65–70.
20. Fleming J, Brayne C. Inability to get up after falling, subsequent time on floor, and summoning help: prospective cohort study in people over 90. *BMJ* 2008; 337: a2227.
21. Scheffer AC, Schuurmans MJ, van Dijk N, van der Hooft T, de Rooij SE. Fear of falling: measurement strategy, prevalence, risk factors and consequences among older persons. *Age Ageing* 2008; 37: 19–24.
22. Bergen G, Stevens MR, Burns ER. Falls and Fall Injuries Among Adults Aged ≥ 65 Years - United States, 2014. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2016; 65: 993–998.
23. Patil R, Uusi-Rasi K, Kannus P, Karinkanta S, Sievänen H. Concern about falling in older women with a history of falls: associations with health, functional ability, physical activity and quality of life. *Gerontology* 2014; 60: 22–30.
24. Yardley L, Beyer N, Hauer K, Kempen G, Piot-Ziegler C, Todd C. Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). *Age Ageing* 2005; 34: 614–619.
25. Stokes JM. *Falls in older people: Risk factors and strategies for prevention* (2nd edn) -

by Stephen Lord, Catherine Sherrington, Hylton Menz, and Jacqueline Close. *Australasian Journal on Ageing* 2009; 28: 47–47.

26. Dionyssiotis Y. Analyzing the problem of falls among older people. *Int J Gen Med* 2012; 5: 805–813.

27. Guideline for the prevention of falls in older persons. American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. *J Am Geriatr Soc* 2001; 49: 664–672.

28. Trombetti A, Hars M, Marcant D, Rizzoli R, Ferrari S. [Fall prevention: a challenge in the strategy of fracture prevention in the elderly]. *Revue médicale suisse* 2009; 5: 1318–20, 1322.

29. Guirguis-Blake JM, Michael YL, Perdue LA, Coppola EL, Beil TL, Thompson JH. Interventions to Prevent Falls in Community-Dwelling Older Adults: A Systematic Review for the U.S. Preventive Services Task Force. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US), 2018.

30. Hartikainen S, Lonnroos E, Louhivuori K. Medication as a risk factor for falls: critical systematic review. Centre for Reviews and Dissemination (UK), 2007.

31. Rubenstein LZ, Josephson KR. The epidemiology of falls and syncope. *Clinics in Geriatric Medicine* 2002; 18: 141–158.

32. Nevitt MC, Cummings SR, Kidd S, Black D. Risk factors for recurrent nonsyncopal falls. A prospective study. *JAMA* 1989; 261: 2663–2668.

33. Panel on Prevention of Falls in Older Persons, American Geriatrics Society and British Geriatrics Society. Summary of the Updated American Geriatrics Society/British Geriatrics Society clinical practice guideline for prevention of falls in older persons. *J Am Geriatr Soc* 2011; 59: 148–157.

34. Évaluation et prise en charge des personnes âgées faisant des chutes répétées. Haute Autorité de Santé https://www.has-sante.fr/jcms/c_793371/fr/evaluation-et-prise-en-charge-des-personnes-agees-faisant-des-chutes-repetees.

35. O'Mahony D, O'Sullivan D, Byrne S, O'Connor MN, Ryan C, Gallagher P. STOPP/START criteria for potentially inappropriate prescribing in older people: version 2. *Age Ageing* 2015; 44: 213–218.

36. Hopewell S, Copsey B, Nicolson P, Adedire B, Boniface G, Lamb S. Multifactorial interventions for preventing falls in older people living in the community: a systematic review and meta-analysis of 41 trials and almost 20 000 participants. *Br J Sports Med* 2020; 54: 1340–1350.
37. US Preventive Services Task Force, Grossman DC, Curry SJ *et al.* Interventions to Prevent Falls in Community-Dwelling Older Adults: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *JAMA* 2018; 319: 1696–1704.
38. Bhala RP, O'Donnell J, Thoppil E. Ptophobia. Phobic fear of falling and its clinical management. *Phys Ther* 1982; 62: 187–190.
39. Jørstad EC, Hauer K, Becker C, Lamb SE, ProFaNE Group. Measuring the psychological outcomes of falling: a systematic review. *J Am Geriatr Soc* 2005; 53: 501–510.
40. Arik F, Soysal P, Capar E *et al.* The association between fear of falling and orthostatic hypotension in older adults. *Aging Clin Exp Res* 2020;
41. Zijlstra G a. R, van Haastregt JCM, van Eijk JTM, van Rossum E, Stalenhoef PA, Kempen GIJM. Prevalence and correlates of fear of falling, and associated avoidance of activity in the general population of community-living older people. *Age Ageing* 2007; 36: 304–309.
42. Kempen GIJM, van Haastregt JCM, McKee KJ, Delbaere K, Zijlstra GAR. Socio-demographic, health-related and psychosocial correlates of fear of falling and avoidance of activity in community-living older persons who avoid activity due to fear of falling. *BMC Public Health* 2009; 9: 170.
43. Ganz DA, Latham NK. Prevention of Falls in Community-Dwelling Older Adults. *New England Journal of Medicine* 2020;
44. Jahn K, Kressig RW, Bridenbaugh SA, Brandt T, Schniepp R. Dizziness and Unstable Gait in Old Age: Etiology, Diagnosis and Treatment. *Dtsch Arztebl Int* 2015; 112: 387–393.
45. Furman JM, Raz Y, Whitney SL. Geriatric vestibulopathy assessment and management. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2010; 18: 386–391.
46. Jönsson R, Sixt E, Landahl S, Rosenhall U. Prevalence of dizziness and vertigo in an urban elderly population. *J Vestib Res* 2004; 14: 47–52.
47. Strupp M, Brandt T. Vestibular neuritis. *Semin Neurol* 2009; 29: 509–519.

48. Yardley L, Owen N, Nazareth I, Luxon L. Prevalence and presentation of dizziness in a general practice community sample of working age people. *Br J Gen Pract* 1998; 48: 1131–1135.
49. Jeng Y-J, Young Y-H. Evolution of vestibular disorders in older adults: From young-old to middle-old to oldest-old. *Geriatr Gerontol Int* 2020; 20: 42–46.
50. Colledge NR, Wilson JA, Macintyre CC, MacLennan WJ. The prevalence and characteristics of dizziness in an elderly community. *Age Ageing* 1994; 23: 117–120.
51. Kristinsdottir EK, Jarnlo GB, Magnusson M. Asymmetric vestibular function in the elderly might be a significant contributor to hip fractures. *Scand J Rehabil Med* 2000; 32: 56–60.
52. Sakka L, Vitte E. Anatomie et physiologie du système vestibulaire: Revue de la littérature. *Morphologie* 2004; 88: 117–126.
53. Halmagyi GM, Curthoys IS. A clinical sign of canal paresis. *Arch Neurol* 1988; 45: 737–739.
54. Duchoud L, Maire R. [The video Head Impulse Test in the vertiginous patient]. *Rev Med Suisse* 2017; 13: 1694–1697.
55. Tranter-Entwistle I, Dawes P, Darlington CL, Smith PF, Cutfield N. Video head impulse in comparison to caloric testing in unilateral vestibular schwannoma. *Acta Otolaryngol* 2016; 136: 1110–1114.
56. Burston A, Mossman S, Mossman B, Weatherall M. Comparison of the video head impulse test with the caloric test in patients with sub-acute and chronic vestibular disorders. *J Clin Neurosci* 2018; 47: 294–298.
57. Anson E, Pineault K, Bair W, Studenski S, Agrawal Y. Reduced vestibular function is associated with longer, slower steps in healthy adults during normal speed walking. *Gait Posture* 2019; 68: 340–345.
58. van Esch BF, Nobel-Hoff GE a. J, van Benthem PPG, van der Zaag-Loonen HJ, Bruintjes TD. Determining vestibular hypofunction: start with the video-head impulse test. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2016; 273: 3733–3739.
59. Eza-Nuñez P, Fariñas-Alvarez C, Fernandez NP. Comparison of three diagnostic tests in detecting vestibular deficit in patients with peripheral vestibulopathy. *J Laryngol Otol*

2016; 130: 145–150.

60. Kitahara T, Kondoh K, Morihana T *et al.* Steroid effects on vestibular compensation in human. *Neurol Res* 2003; 25: 287–291.
61. Fishman JM, Burgess C, Waddell A. Corticosteroids for the treatment of idiopathic acute vestibular dysfunction (vestibular neuritis). *Cochrane Database Syst Rev* 2011; CD008607.
62. Redon C, Lopez C, Bernard-Demanze L *et al.* Betahistine treatment improves the recovery of static symptoms in patients with unilateral vestibular loss. *J Clin Pharmacol* 2011; 51: 538–548.
63. Cabrera Kang CM, Tusa RJ. Vestibular rehabilitation: rationale and indications. *Semin Neurol* 2013; 33: 276–285.
64. Masson E. Vertige : orientation diagnostique. EM-Consulte <https://www.em-consulte.com/article/672006/vertige-orientation-diagnostique>
65. Burgio DL, Blakley BW, Myers SF. An evaluation of the head-shaking nystagmus test. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1991; 105: 708–713.
66. Masson E. Le test vibratoire osseux vestibulaire. EM-Consulte <https://www.em-consulte.com/article/131092/le-test-vibratoire-osseux-vestibulaire>
67. Viirre E, Purcell I, Baloh RW. The Dix-Hallpike test and the canalith repositioning maneuver. *Laryngoscope* 2005; 115: 184–187.
68. Nguyen-Huynh AT. Evidence-Based Practice: Management of Vertigo. *Otolaryngol Clin North Am* 2012; 45: 925–940.
69. Halmagyi GM, Chen L, MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Curthoys IS. The Video Head Impulse Test. *Front Neurol* 2017; 8: 258.
70. Agrawal Y, Carey JP, Della Santina CC, Schubert MC, Minor LB. Disorders of balance and vestibular function in US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001-2004. *Arch Intern Med* 2009; 169: 938–944.
71. Gazzola JM, Ganança FF, Aratani MC, Perracini MR, Ganança MM. Clinical evaluation of elderly people with chronic vestibular disorder. *Braz J Otorhinolaryngol* 2006; 72: 515–522.
72. Gazzola JM, Ganança FF, Aratani MC, Perracini MR, Ganança MM. Circumstances

and consequences of falls in elderly people with vestibular disorder. *Braz J Otorhinolaryngol* 2006; 72: 388–392.

73. Herdman SJ, Blatt P, Schubert MC, Tusa RJ. Falls in patients with vestibular deficits. *Am J Otol* 2000; 21: 847–851.

74. Stel VS, Pluijm SMF, Deeg DJH, Smit JH, Bouter LM, Lips P. A classification tree for predicting recurrent falling in community-dwelling older persons. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51: 1356–1364.

75. Perez Fornos A, Guinand N, van de Berg R *et al.* Artificial balance: restoration of the vestibulo-ocular reflex in humans with a prototype vestibular neuroprosthesis. *Front Neurol* 2014; 5: 66.