

Evaluation posturographique du risque de chute chez le sujet âgé instable

Vénéra Ghulyan ^{1,2}, Michel Paolino ¹

¹ Hôpital privé Clairval - Marseille

² Université d'Etat d'Erévan - Arménie

RÉSUMÉ

But : Notre objectif a été de proposer un protocole de dépistage du risque de chute chez des sujets âgés instables, à partir d'évaluation objective de leurs performances d'équilibration dynamiques. **Matériel et méthodes :** L'équilibre dynamique de 273 patients instables (214 « non chuteurs » et 59 « chuteurs ») âgés de plus de 60 ans a été examiné à l'aide de la plateforme posturographique SPS (SYNAPSYS), permettant d'étudier la réaction d'équilibration du sujet aux perturbations posturales provoquées. **Résultats :** Vingt-trois pour cent des « non chuteurs » ont un équilibre dynamique aussi détérioré que les « chuteurs » de même tranche d'âge. Le protocole que nous proposons, permet d'identifier les « chuteurs » avec une sensibilité de 97 % et de reconnaître les « non chuteurs » avec une spécificité de 77 %. Il a des valeurs prédictives positive et négative respectivement de 54 % et de 99 %. **Conclusion :** Réalisable en 5 à 8 minutes, ce protocole offre, une meilleure connaissance des déficits posturaux du sujet à risque de chute, qui devraient être pris en compte dans l'organisation d'un programme de rééducation adapté. Nos résultats posturographiques ont donc permis, de mettre en place un protocole fiable d'évaluation du risque de chute chez des sujets âgés instables.

(Fr ORL - 2005 ; 88 : 97 - 103)

Mots clés : Risque de chute, Sujet âgé instable, Posturographie dynamique, Plateforme translationnelle.

Date de soumission : février 2005

Date d'acceptation : juillet 2005

Auteur correspondant : Michel Paolino

Service d'Exploration Oto-Neurologique,
Hôpital Privé Clairval

317 Bd du Redon, 13009 Marseille

e-mail : michel.paolino@wanadoo.fr

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to evaluate a screening protocol for detecting potential fallers among elderly individuals with instability, using objective indicators of dynamic equilibration performance.

Material and methods: Dynamic balance in 273 patients with postural instability (59 with and 214 without a history of falls) older than 60 years of age were tested using the SPS (SYNAPSYS) posturography platform, which evaluates equilibration responses to induced postural disturbances.

Results: Among nonfallers, 23% exhibited dynamic balance alterations as severe as those in same-aged fallers. Potential fallers were detected with 97% sensitivity and nonfallers with 77% specificity. Positive and negative predictive values were 54% and 99%, respectively.

Conclusions: The protocol required 5 to 8 minutes. It produced valuable information on postural deficiencies in potential fallers.

It is reliable for evaluating the risk of falls in elderly patients with instability. The postural deficiencies identified by our protocol would help to develop effective rehabilitation programs.

Keywords: Postural balance, Falling risk, Elderly unstable patients, Dynamic posturography, Moving platform.

INTRODUCTION

Chaque année 30 % des personnes de plus de 65 ans font au moins une chute [1]. Ces chutes augmentent significativement le risque de décès des sujets âgés [2-3], occasionnent des lésions graves [4-5] ou laissent des séquelles physiques et/ou psychologiques importantes, réduisant considérablement leur autonomie locomotrice [6]. La mortalité et la morbidité résultant de ces chutes, ainsi que leur impact budgétaire considérable, en font un véritable problème de santé publique. Il est donc très important que cet élément de la pathologie du sujet âgé soit pris en compte pour lui permettre de disposer le plus longtemps possible d'une autonomie locomotrice de qualité.

Le dépistage précoce des sujets potentiellement chuteurs devrait permettre, par le biais d'une rééducation adaptée et d'une série de précautions et recommandations sécurisantes, de réduire significativement l'impact social de ce problème et d'améliorer la qualité de vie des sujets âgés.

De nombreuses études évaluent le risque de chutes du sujet âgé à l'aide des échelles d'évaluation, à partir d'observations cliniques détaillées [7-10]. Notre but a été d'introduire des éléments objectifs, par la prise en considération des critères instrumentaux de posturographie dynamique, susceptibles de repérer au mieux les sujets à risques. Nous avons réalisé une étude comparative afin de définir les paramètres de stimulation (vitesse, fréquence des translations du support) et les paramètres de quantification des réponses les plus pertinents quant à la différenciation significative des groupes de sujets âgés instables ayant ou non rapporté des chutes. Nous avons établi des valeurs liminaires pour chacun des paramètres retenus, correspondant aux limites de confiances supérieures (à 95 %) des moyennes calculées dans le groupe des « non chuteurs ». Les scores supraliminaires ont été considérés comme altérés. La combinaison de ces paramètres a permis d'augmenter la sensibilité et la spécificité des épreuves posturographiques et de proposer quatre critères pertinents d'évaluation du risque de chute chez le sujet âgé instable.

Nous présenterons dans cet article le protocole et les critères d'évaluation du risque de chute, que nous avons établi à partir d'une évaluation objective de l'équilibre dynamique des patients avec et sans antécédents des chutes.

MATERIEL ET METHODES

Sujets

Cette étude a porté sur 273 patients âgés de plus de 60 ans, consultant pour des instabilités posturales, mais avec des résultats normaux aux tests vestibulaires caloriques bithermiques (graphique de Freyss avec une asymétrie inférieure à 15 % entre les deux vestibules, le paramètre retenu étant la vitesse de la phase lente du nystagmus réactionnel) et des réponses nystagmiques per-rotatoires symétriques (prépondérance directionnelle inférieure à 1°/s). Il s'agit de patients non institutionnalisés, se déplaçant sans aide technique à la marche et avec des fonctions supérieures normales évaluées par le questionnaire « Mini-Mental Score » (MMS > 24). Quarante-sept pour cent des patients avaient, par ailleurs, une thérapie sédative douce n'excédant pas par exemple un demi comprimé de Bromazepam par jour.

Deux cent quatorze des patients explorés (58 % de femmes et 42 % d'hommes, âge moyen : 72,1 ± 6,3 ans), exempts de tout antécédent de chute, ont constitué le groupe des « non chuteurs » (groupe G1). Les 59 patients (76 % de femmes et 24 % d'hommes, âge moyen : 74,47 ± 9,58 ans), appartenant à la même tranche d'âge (F= 3,35 ; p<0,07) et ayant présenté au moins deux chutes inexplicables, ont constitué le groupe des « chuteurs » (groupe G2). Il s'agit de chutes non provoquées par un élément extérieur, sans perte de connaissance et ayant une cause autre que : installation brusque d'une paralysie, crise épileptique, ingestion excessive de boissons alcoolisées.

Nous avons exclu tous les sujets présentant des problèmes de vue non corrigés, ainsi que des pathologies vestibulaires, neurologiques, métaboliques, vasculaires ou psychiatriques avérées. Les sujets sélectionnés ne présentaient pas non plus de fractures ni d'entorses récentes ou anciennes avec séquelles.

Les patients qui remplissaient les critères d'inclusion et d'exclusion étaient recrutés au fur et à mesure de notre consultation, de janvier 2003 à juillet 2004. Ils nous étaient soit adressés pour une consultation spécialisée, soit nous consultaient de leur propre initiative.

Plateforme translationnelle

L'équilibre dynamique des patients a été évalué à l'aide de la plate-forme translationnelle SPS (Société SYNAPSYS, Marseille, France). Cette plateforme permet de provoquer des perturbations posturales et d'étudier la réaction d'équilibration du sujet par quan-

Dépistage des chuteurs potentiels

tification des déplacements de son centre de pression (pour descriptif technique voir [11]).

Protocole de l'examen posturographique

Le protocole comprenait une épreuve translationnelle en rampe à la vitesse de 0,1 m/s, des épreuves sinusoïdales à des fréquences de 0,25 Hz et 0,5 Hz et un test d'évaluation des limites de stabilité du patient. Les épreuves translationnelles en rampe et en sinusoïde ont été réalisées dans le plan antéro - postérieur, en conditions les yeux ouverts (YO) et les yeux fermés (YF). Elles ont été présentées dans un ordre aléatoire, la consigne donnée aux patients étant de maintenir leur équilibre sans déplacer leurs pieds. Les limites de stabilité ont été évaluées en condition YO, sur plateforme statique. Les patients ont eu comme consigne de déplacer le plus loin possible leur centre de pression dans toutes les directions du champ de 360° qui les entoure, sans décoller leurs pieds, sans tomber, en gardant leur corps rectiligne, adoptant ainsi une stratégie de cheville (pendule inversé).

Paramètres étudiés

Les réponses posturales des patients aux translations en rampe ont été quantifiées par l'énergie des réponses posturales définies comme suit : $E = 1/2 mV^2$ où m est le poids du sujet et V la somme des vitesses élémentaires calculées par dérivée locale sur le stabilogramme pendant les 8 secondes de stimulation. Nous avons mesuré le temps de ré-stabilisation comme le temps s'écoulant entre le début de la translation et le retour du signal stabilométrique autour d'une position moyenne stable (± 2 mm). Lors des translations sinusoïdales, ce sont le gain et la phase des réponses posturales qui ont été évalués. Le gain est défini comme le rapport entre l'amplitude de la réponse posturale et de la stimulation. La phase est la différence, en degrés, entre le pic de la stimulation et le pic de la réponse. Tous ces paramètres ont été mesurés pour les déplacements du centre de pression dans le plan de la stimulation (en Y) et dans le plan qui lui est orthogonal (en X).

Les limites de stabilité des patients ont été quantifiées par la surface des déplacements volontaires maximaux de leur centre de pression (Smax).

Analyse statistique

Les paramètres recueillis chez les 202 premiers patients (143 « non chuteurs » et 59 « chuteurs ») lors des épreuves translationnelles ont été soumis à une

analyse de variance (ANOVA) avec comme facteur inter-groupes les sujets (G1 et G2) et comme facteur intra-groupes la condition visuelle (YO et YF), ainsi que la fréquence de stimulation (0,25 Hz et 0,5 Hz) pour les translations sinusoïdales. Le paramètre Smax a été soumis à une ANOVA avec comme seul facteur les sujets (G1 et G2).

Pour l'évaluation de l'effet du facteur groupe dans chacune des conditions d'examen (condition visuelle, fréquence de stimulation) le test post hoc HSD de Tukey a été utilisé et les résultats jugés significatifs pour $p < 0,05$.

Ces résultats ont servi à la mise en place d'un protocole de dépistage du risque de chute.

La validation de ce protocole a été effectuée sur un nombre plus élevé de patients (273 sujets: 214 « non chuteurs » et 59 « chuteurs »). La sensibilité et la spécificité des paramètres recueillis et des critères de chute proposés ont été calculées comme suit

$$\text{Sensibilité} = Vp / (Vp + Fn)$$

$$\text{Spécificité} = Vn / (Fp + Vn)$$

où Vp et Vn sont respectivement le nombre des vrais positifs et vrais négatifs, Fp et Fn sont respectivement le nombre des faux positifs et faux négatifs.

Les valeurs prédictives des tests positifs et négatifs ont également été évaluées selon les formules suivantes :

$$\text{Valeur prédictive du test positif} = Vp / (Vp + Fp)$$

$$\text{Valeur prédictive du test négatif} = Vn / (Vn + Fn)$$

RESULTATS

L'analyse statistique portant sur les paramètres recueillis lors des épreuves translationnelles montre que les facteurs groupe et condition visuelle constituent les deux sources de variations significatives de l'énergie, du temps de restabilisation et du gain des réponses posturales mesurés en Y et en X (Tableau I). Un effet global du groupe [$F_{1,18} = 31,84$; $p < 0,0005$] est également observé au niveau de la surface des déplacements volontaires maximaux du centre de pression.

Les résultats détaillés de cette analyse statistique ont été publiés précédemment [12]. Le Tableau II résume les résultats de l'analyse post-hoc portant sur les paramètres recueillis lors des épreuves translationnelles réalisées avec YO et YF. On voit clairement que le

Dépistage des chuteurs potentiels

Tableau I : Analyse statistique portant sur les paramètres de posturographie dynamique : effets principaux.

Valeurs du *F* et seuils de probabilité (*p*) montrant que les facteurs groupe (« non chuteurs » versus « chuteurs ») et condition visuelle (yeux ouverts versus yeux fermés) constituent les deux sources de variations significatives de l'ensemble de paramètres dynamique retenus. Seule la phase des réponses posturales aux translations sinusoïdales ne discrimine pas significativement les deux groupes de sujets âgés avec et sans antécédents des chutes.

Paramètres	Sources de variation	
	Groupe	Condition visuelle
Energie en Y	32,16 (0,05)	58,16 (0,05)
Energie en X	106,08 (0,05)	93,57 (0,05)
Temps en Y	7,99 (0,05)	45,85 (0,05)
Temps en X	45,09 (0,05)	43,59 (0,05)
Gain en Y	52,03 (0,05)	359,85 (0,05)
Gain en X	25,22 (0,05)	77,59 (0,05)
Phase en Y	1,61 (0,21)	33,88 (0,05)

Tableau II : Analyse statistique portant sur les paramètres de posturographie dynamique : interaction des facteurs groupe et condition visuelle.

Seuils de probabilité (*p*) montrant que les translations en rampe à 0,1 m/s et les translations sinusoïdales à 0,5 Hz sont révélateurs de différences significatives entre les groupes des « chuteurs » (G1) et des « non chuteurs » (G2). Les paramètres énergie et gain des réponses posturales évalués en Y et en X, ainsi que le temps de stabilisation en X permettent de discriminer les deux groupes de sujets âgés testés les yeux ouverts (YO) et les yeux fermés (YF).

Epreuves	Paramètres	Effet	
		YO	YF
Rampe (0,1 m/s)	Energie en Y	0,05	0,05
	Energie en X	0,05	0,05
	Temps en Y	0,06	0,50
	Temps en X	0,05	0,05
Sinusoïde (0,25 Hz)	Gain en Y	0,82	0,74
	Gain en X	0,99	0,89
	Phase en Y	0,99	0,39
Sinusoïde (0,5 Hz)	Gain en Y	0,05	0,05
	Gain en X	0,93	0,05
	Phase en Y	0,92	0,99

temps de restabilisation en Y et la phase des réponses posturales ne différencient pas significativement les groupes des « chuteurs » et des « non chuteurs » quelle que soit la condition visuelle. Ces résultats montrent également que les stimulations sinusoïdales à 0,25 Hz ne permettent pas de révéler des effets liés aux antécédents de chutes.

Le Tableau III représente le protocole d'évaluation établie à partir des résultats de cette étude comparative, ainsi que les valeurs liminaires, la sensibilité et la spécificité de chacun des paramètres qui différencient significativement les groupes des « chuteurs » et des « non chuteurs ».

On constate que ces paramètres ont une spécificité modérée, bien que certains d'entre eux soient assez sensibles quant à la différenciation des groupes G1 et G2.

Tableau III : Protocole d'évaluation du risque de chute chez le sujet âgé instable avec les épreuves et les paramètres les plus pertinents pour la différenciation des groupes des « chuteurs » et des « non chuteurs ». Les valeurs liminaires de l'énergie (en Joules), du temps de stabilisation (en secondes), du gain et de la surface maximale (en mm²) correspondent aux limites de confiance (à 95 %) des moyennes calculées dans le groupe des « non chuteurs ». On constate que les paramètres retenus sont d'assez bonne sensibilité, mais ont une spécificité modérée et que les paramètres caractérisant l'équilibre latéral des sujets (énergie, temps de stabilisation et gain des réponses mesurés en X) sont plus fiables que ceux mesurés en Y.

Epreuves	Paramètres	Valeurs liminaires	Sensibilité (%)	Spécificité (%)
Rampe (0,1 m/s)	Energie en Y	1838 J	76	28
	Energie en X	148 J	98	43
	YF Temps en X	5,49 s	83	32
Rampe (0,1 m/s)	Energie en Y	1054 J	76	26
	Energie en X	76 J	80	28
	YO Temps en X	4,23 s	74	36
Sinusoïde (0,5 Hz)	Gain en Y	1,96	94	46
	YF Gain en X	0,50	97	45
YO	Gain en Y	0,86	61	32
Limites de stabilité	S max	20 000 mm ²	83	48

Dépistage des chuteurs potentiels

Les critères d'évaluation du risque de chute chez le sujet âgé instable, obtenus grâce à combinaison de ces paramètres, sont présentés dans le Tableau IV.

Tableau IV : Critères du risque de chute chez le sujet âgé instable.

La combinaison de différents paramètres de quantification augmente la sensibilité et la spécificité des épreuves posturographiques.

Crit.	Epreuves	Paramètres	Conditions d'altération du critère	Sens. (%)	Spé. (%)
1	Rampe YF	Energie en Y Energie en X Temps en X	2 ou 3 paramètres supraliminaires	92	74
2	Rampe YO	Energie en Y Energie en X Temps en X	2 ou 3 paramètres supraliminaires	86	76
3	YF YO	Sinusoïde Gain en X Gain en Y	Gain en Y paramètres supraliminaires	2 ou 3 93	63
4	Limites de stabilité	S max	< 20 000 mm _l	82	53

Crit. : Critères, Sens. : Sensibilité, Spé. : Spécificité

Les critères 1 et 2 résument les résultats des épreuves translationnelles en rampe à 0,1 m/s dans les conditions YF et YO, respectivement (Tableau IV). Nous considérons que ces critères sont positifs si au moins deux paramètres parmi les trois retenus pour chacune de ces épreuves dépassent leurs valeurs liminaires correspondantes. Dans la population explorée, le critère N° 1 était positif chez 26 % des « non chuteurs » et 92 % des « chuteurs ». Quant au critère N° 2, il était positif chez 24 % des « non chuteurs » et 86 % des « chuteurs ».

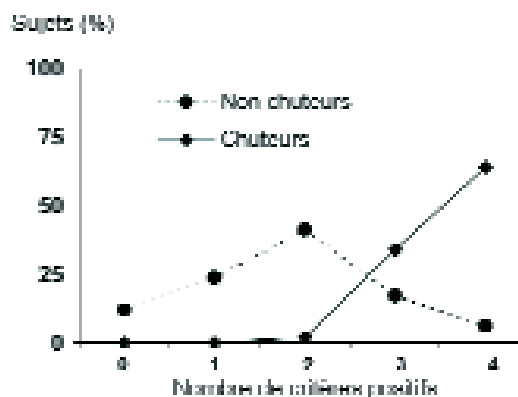
Le critère 3 tient compte des résultats des épreuves translationnelles sinusoïdales à 0,5 Hz réalisées YO et YF. Ce critère est positif lorsque au moins deux paramètres parmi les trois retenus pour cette épreuve dépassent leurs valeurs liminaires présentées dans le Tableau III. C'était le cas de 37 % des patients du groupe G1 et 93 % des patients du groupe G2.

Le critère 4 représente le résultat du test d'évaluation des limites de stabilité du patient (Tableau IV). Nous considérons que ce critère est positif lorsque la Smax est inférieure à 20 000 mm_l. C'était le cas de 47 % des patients du groupe G1 et 82 % des patients du groupe G2.

La Figure 1 représente la répartition des patients explorés selon le nombre de critères positifs. On note que 98 % des « chuteurs » du groupe G2 ont au moins 3 critères positifs et seulement 2 % d'entre eux en ont 2. En revanche, 77 % des « non chuteurs » du groupe G1 ont au plus 2 critères positifs et seulement 23 % des « non chuteurs » en ont 3 ou 4.

Figure 1 : Répartition des sujets selon le nombre de critères altérés.

La grande majorité des chuteurs ont au moins trois critères positifs, alors que la plupart des non chuteurs en ont deux au plus.



L'altération simultanée d'au moins 3 critères de chute est donc, un indice très pertinent pour l'évaluation du risque de chute chez le sujet âgé souffrant d'instabilités posturales. Cet indice permet en effet, d'identifier les « chuteurs » du groupe G2 avec une sensibilité de 97 % et de reconnaître les « non chuteurs » du groupe G1 avec une spécificité de 77 %.

La valeur prédictive positive de notre test de dépistage est de 54 %, puisque 49 « non chuteurs » et 57 « chuteurs » avaient des résultats positifs à ce test. Inversement, ce test était négatif chez 165 « non chuteurs » et 2 « chuteurs » explorés, ce qui conditionne une valeur prédictive négative très élevée pour ce test (99 %).

DISCUSSION

Nos résultats montrent que les performances d'équilibration dynamique des « chuteurs » sont significativement diminuées par rapport à celles des « non chuteurs ». Cependant, certains patients âgés autonomes, indemnes de pathologies graves, mais présentant des déséquilibres chroniques, ont un équilibre dynamique

Dépistage des chuteurs potentiels

aussi détérioré que les « chuteurs » de même tranche d'âge. De nombreuses études suggèrent que l'affaiblissement de l'équilibre est un facteur de risque important dans l'occurrence des chutes [7, 13-14]. Il est donc capital de disposer d'un protocole de dépistage des sujets « à risque de chute » parmi cette population vieillissante.

Les méthodes d'évaluation du risque de chute du sujet âgé, employées actuellement, sont basées sur des résultats des questionnaires et des observations cliniques. Elles sont de ce fait subjectives, contiennent parfois des imprécisions dans la définition des items, sont longues à réaliser, ont une sensibilité et une spécificité modérées [15-17]. De plus, elles ciblent souvent des populations de sujets hospitalisés ou très âgés et fragilisés par différentes pathologies avérées.

Le protocole que nous proposons est destiné au dépistage précoce des « chuteurs potentiels » parmi la population des sujets âgés autonomes, vivant en communauté, mais présentant des instabilités posturales chroniques. Nous avons choisi la plateforme translationnelle SPS comme outil d'évaluation de l'équilibre de nos patients, car cette plateforme fournit des paramètres de posturographie dynamique nouveaux, permettant de mieux différencier des effets liés au vieillissement physiologique de ceux relevant d'une pathologie du système postural [11] ou des antécédents de chutes [12].

Les résultats de la présente étude ont permis de proposer un protocole rapide et pertinent de dépistage du risque de chute chez les sujets âgés instables à partir des résultats d'évaluation objective de leur équilibre dynamique. Ce protocole comporte

- deux épreuves translationnelles (une YO et une YF) à une vitesse de 0,1 m/s
- deux épreuves sinusoïdales (une YO et une YF) à une fréquence de 0,5 Hz
- une évaluation des limites de stabilités du patient avec YO, sur plateforme fixe.

Ce protocole fournit quatre critères d'évaluation du risque de chute. Nos résultats indiquent que l'altération simultanée d'au moins trois d'entre eux est un indice très pertinent, permettant d'identifier les « chuteurs » du groupe G2 avec une sensibilité de 97 % et de reconnaître les « non chuteurs » du groupe G1 avec une spécificité de 77 %. Ce test a une valeur prédictive positive de 54 % et une valeur prédictive négative de 99 %. Par conséquent, en affirmant qu'un sujet âgé

instable, avec un résultat négatif à ce test (deux critères altérés au plus) est un « non chuteur », nous nous trompons dans 1 % des cas seulement.

Dans la population explorée, 23 % des « non chuteurs » avait au moins 3 critères de chute altérés. Ces sujets ont donc, un équilibre dynamique aussi détérioré que les « chuteurs ». Malgré l'absence de toute antécédents de chute, ils peuvent être qualifiés de « chuteurs potentiels » ou de « sujets à risque de chute ». Ils doivent être alertés et, comme les sujets « chuteurs », doivent faire l'objet d'une prise en charge particulièrement attentive et suivre un programme de rééducation adapté.

A ce titre, nous influencerons positivement sur ce problème de santé publique et apporterons une meilleure qualité de vie pour tous ces patients qui avancent en âge.

CONCLUSION

Les résultats de cette étude ont permis de proposer un protocole rapide et pertinent d'évaluation posturographique du risque de chute chez les sujets âgés vivant en communauté, mais souffrant d'instabilités posturales chroniques. Il s'agit d'un protocole de dépistage basé sur des résultats d'évaluation objective de l'équilibre dynamique du patient. Réalisable en 5 à 8 minutes, ce protocole permet d'identifier les « chuteurs » avec une sensibilité de 97 % (valeur prédictive négative: 99 %) et de reconnaître les « non chuteurs » avec une spécificité de 77 %. De plus, il offre une meilleure connaissance des déficits posturaux du patient à risque de chute, qui devraient être pris en compte dans l'organisation d'un programme de rééducation adapté.

RÉFÉRENCES

1. Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, Lamb SE, Cumming RG, Rowe BH. Interventions for preventing fall in elderly people. Cochrane Database Syst Rev. 2001: CD000340.
2. Donald IP, Bulpitt CJ. The prognosis of falls in elderly people living at home. Age Ageing 1999; 28: 121-125.
3. Nurmi IS, Luthje PM, Kataja JM. Long-term survival after falls among the elderly in institutional care. Arch Gerontol Geriatr. 2004; 38: 1-10.

Dépistage des chuteurs potentiels

4. Hill K, Schwarz J, Flicker L, Carroll S. Falls among healthy, community-dwelling, older women: a prospective study of frequency, circumstances, consequences and prediction accuracy. *Aust N Z J Public Health* 1999; 23: 41-48.
5. Parkkari J, Kannus P, Palvanen M et al. Majority of hip fractures occur as a result of a fall and impact on the greater trochanter of the femur: a prospective controlled hip fracture study with 206 consecutive patients. *Calcif Tissue Int.* 1999; 65: 183-187.
6. Vellas BJ, Wayne SJ, Romero LJ, Baumgartner RN, Garry PJ. Fear of falling and restriction of mobility in elderly fallers. *Age Ageing* 1997; 26: 189-193.
7. Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, Maki B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health* 1992; 83: S7-11.
8. Di Fabio RP, Seay R. Use of the "fast evaluation of mobility, balance, and fear" in elderly community dwellers: validity and reliability. *Phys Ther.* 1997; 77: 904-917.
9. Oliver D, Britton M, Seed P, Martin FC, Hopper AH. Development and evaluation of evidence based risk assessment tool (STRATIFY) to predict which elderly inpatients will fall: case-control and cohort studies. *BMJ.* 1997; 315: 1049-1053.
10. Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Phys Ther.* 2000; 80: 896-903.
11. Lacour M. Posture et équilibre : Nouvelles méthodes de traitement du signal posturographique. Edition Solal, Marseille, 2004. Evaluation des déficits posturaux de sujets âgés ou pathologiques: Intérêt de nouvelles méthodes de traitement du signal stabilométrique: Ghulyan V, Paolino M, Lopez C, Dumitrescu M, Lacour M.: pp 33-53.
12. Ghulyan V, Paolino M. Etude comparative de l'équilibre dynamique des chuteurs et des non chuteurs. *Fr ORL* 2005; 88 : 89-96.
13. 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.
14. Campbell AJ, Borrie MJ, Spears GF. Risk factors for falls in a community-based prospective study of people 70 years and older. *J Gerontol.* 1989; 44: M112-117.
15. Eagle DJ, Salama S, Whitman D, Evans LA, Ho E, Olde J. Comparison of three instruments in predicting accidental falls in selected inpatients in a general teaching hospital. *J Gerontol Nurs.* 1999; 25: 40-45.
16. Boulgarides LK, McGinty SM, Willett JA, Barnes CW. Use of clinical and impairment-based tests to predict falls by community-dwelling older adults. *Phys Ther.* 2003; 83: 328-339.
17. Myers H, Nikolett S. Fall risk assessment: a prospective investigation of nurses' clinical judgement and risk assessment tools in predicting patient falls. *Int J Nurs Pract.* 2003; 9: 158-165.