HAL
open science

Analyse du profil anthropométrique, osseux et cognitif des patients en fonction du siège de la fracture post-chute : une étude transversale

Maëlle Baillet

To cite this version:

Maëlle Baillet. Analyse du profil anthropométrique, osseux et cognitif des patients en fonction du siège de la fracture post-chute : une étude transversale. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-03155102

HAL Id: dumas-03155102

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03155102v1

Submitted on 7 Apr 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ de CAEN NORMANDIE

UFR SANTÉ

FACULTÉ de MÉDECINE

Année 2019/2020

THÈSE POUR L'OBTENTION

DU GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le vendredi 28 Août 2020

par

Mme Maëlle BAILLET

Née le 7 Mai 1992 à Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhônes)

TITRE DE LA THÈSE :

Analyse du profil anthropométrique, osseux et cognitif des patients en fonction du siège de la fracture post-chute – Une étude transversale

Président : Monsieur le Professeur Christian MARCELLI

Membres : Madame le Professeur Anne-Christine RAT

Monsieur le Professeur Vincent DE LA SAYETTE

Madame le Docteur Chantal CHAVOIX

Directeur de thèse : ***Pr Christian MARCELLI***

UNIVERSITÉ DE CAEN · NORMANDIE

UFR SANTÉ - FACULTE DE MEDECINE

Année Universitaire 2019/2020

Doyen
Professeur Emmanuel TOUZÉ

Assesseurs
Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)
Professeur Guy LAUNOY (recherche)
Professeur Sonia DOLLFUS & Professeur Evelyne EMERY (3ème cycle)

Directrice administrative
Madame Sarah CHEMTOB

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

M.	**AGOSTINI Denis**	Biophysique et médecine nucléaire
M.	**AIDE Nicolas**	Biophysique et médecine nucléaire
M.	**ALLOUCHE Stéphane**	Biochimie et biologie moléculaire
M.	**ALVES Arnaud**	Chirurgie digestive
M.	**AOUBA Achille**	Médecine interne
M.	**BABIN Emmanuel**	Oto-Rhino-Laryngologie
M.	**BÉNATEAU Hervé**	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
M.	**BENOIST Guillaume**	Gynécologie - Obstétrique
M.	**BERGER Ludovic**	Chirurgie vasculaire
M.	**BERGOT Emmanuel**	Pneumologie
M.	**BIBEAU Frédéric**	Anatomie et cytologie pathologique
Mme	**BRAZO Perrine**	Psychiatrie d’adultes
M.	**BROUARD Jacques**	Pédiatrie
M.	**BUSTANY Pierre**	Pharmacologie
Mme	**CHAPON Françoise**	Histologie, Embryologie
Mme	**CLIN-GODARD Bénédicte**	Médecine et santé au travail
M.	**DAMAJ Ghandi Laurent**	Hématologie
M.	**DAO Manh Thông**	Hépatologie-Gastro-Entérologie
M.	**DEFER Gilles**	Neurologie
M.	**DELAMILLIEURE Pascal**	Psychiatrie d’adultes
M.	**DENISE Pierre**	Physiologie
Mme	**DOLLFUS Sonia**	Psychiatrie d'adultes
M.	**DREYFUS Michel**	Gynécologie - Obstétrique
M.	**DU CHEYRON Damien**	Réanimation médicale
Mme	**ÉMERY Evelyne**	Neurochirurgie

M.	**ESMAIL-BEYGUI Farzin**	Cardiologie
Mme	**FAUVET Raffaèle**	Gynécologie – Obstétrique
M.	**FISCHER Marc-Olivier**	Anesthésiologie et réanimation
M.	**GÉRARD Jean-Louis**	Anesthésiologie et réanimation
M.	**GUILLOIS Bernard**	Pédiatrie
Mme	**GUITTET-BAUD Lydia**	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M.	**HABRAND Jean-Louis**	Cancérologie option Radiothérapie
M.	**HAMON Martial**	Cardiologie
Mme	**HAMON Michèle**	Radiologie et imagerie médicale
M.	**HANOUZ Jean-Luc**	Anesthésie et réa. médecine péri-opératoire
M.	**HULET Christophe**	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M.	**ICARD Philippe**	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
M.	**JOIN-LAMBERT Olivier**	Bactériologie - Virologie
Mme	**JOLY-LOBBEDEZ Florence**	Cancérologie
M.	**JOUBERT Michael**	Endocrinologie
M.	**LAUNOY Guy**	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M.	**LE HELLO Simon**	Bactériologie-Virologie
Mme	**LE MAUFF Brigitte**	Immunologie
M.	**LOBBEDEZ Thierry**	Néphrologie
M.	**LUBRANO Jean**	Chirurgie viscérale et digestive
M.	**MAHE Marc-André**	Cancérologie
M.	**MANRIQUE Alain**	Biophysique et médecine nucléaire
M.	**MARCÉLLI Christian**	Rhumatologie
M.	**MARTINAUD Olivier**	Neurologie
M.	**MAUREL Jean**	Chirurgie générale
M.	**MILLIEZ Paul**	Cardiologie
M.	**MOREAU Sylvain**	Anatomie/Oto-Rhino-Laryngologie
M.	**MOUTEL Grégoire**	Médecine légale et droit de la santé
M.	**NORMAND Hervé**	Physiologie
M.	**PARIENTI Jean-Jacques**	Biostatistiques, info. médicale et tech. de communication
M.	**PELAGE Jean-Pierre**	Radiologie et imagerie médicale
Mme	**PIQUET Marie-Astrid**	Nutrition
M.	**QUINTYN Jean-Claude**	Ophtalmologie
Mme	**RAT Anne-Christine**	Rhumatologie
M.	**RAVASSE Philippe**	Chirurgie infantile
M.	**REPESSE Yohann**	Hématologie
M.	**REZNIK Yves**	Endocrinologie

M.	**ROD Julien**	Chirurgie infantile
M.	**ROUPIE Eric**	Médecine d'urgence
Mme	**THARIAT Juliette**	Radiothérapie
M.	**TILLOU Xavier**	Urologie
M.	**TOUZÉ Emmanuel**	Neurologie
M.	**TROUSSARD Xavier**	Hématologie
Mme	**VABRET Astrid**	Bactériologie - Virologie
M.	**VERDON Renaud**	Maladies infectieuses
Mme	**VERNEUIL Laurence**	Dermatologie
M.	**VIVIEN Denis**	Biologie cellulaire

PROFESSEURS ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS A MI-TEMPS

M.	**DE LA SAYETTE Vincent**	Neurologie
Mme	**DOMPMARTIN-BLANCHÈRE Anne**	Dermatologie
M.	**GUILLAUME Cyril**	Médecine palliative
M.	**LE BAS François**	Médecine Générale
M.	**SABATIER Rémi**	Cardiologie

PRCE

Mme	**LELEU Solveig**	Anglais

PROFESSEURS EMERITES

M.	**HURAULT de LIGNY Bruno**	Néphrologie
Mme	**KOTTLER Marie-Laure**	Biochimie et biologie moléculaire
M.	**LE COUTOUR Xavier**	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M.	**LEPORRIER Michel**	Hématologie
M.	**VIADER Fausto**	Neurologie

UNIVERSITÉ DE CAEN · NORMANDIE

UFR SANTÉ - FACULTE DE MEDECINE

Année Universitaire 2019/2020

Doyen
Professeur Emmanuel TOUZÉ

Assesseurs
Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)
Professeur Guy LAUNOY (recherche)
Professeur Sonia DOLLFUS & Professeur Evelyne EMERY (3ème cycle)

Directrice administrative
Madame Sarah CHEMTOB

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

M.	**ALEXANDRE Joachim**	Pharmacologie clinique
Mme	**BENHAÏM Annie**	Biologie cellulaire
M.	**BESNARD Stéphane**	Physiologie
Mme	**BONHOMME Julie**	Parasitologie et mycologie
M.	**BOUVIER Nicolas**	Néphrologie
M.	**COULBAULT Laurent**	Biochimie et Biologie moléculaire
M.	**CREVEUIL Christian**	Biostatistiques, info. médicale et tech. de communication
M.	**DE BOYSSON Hubert**	Médecine interne
Mme	**DINA Julia**	Bactériologie - Virologie
Mme	**DUPONT Claire**	Pédiatrie
M.	**ÉTARD Olivier**	Physiologie
M.	**GABEREL Thomas**	Neurochirurgie
M.	**GRUCHY Nicolas**	Génétique
M.	**GUÉNOLÉ Fabian**	Pédopsychiatrie
M.	**HITIER Martin**	Anatomie - ORL Chirurgie Cervico-faciale
M.	**ISNARD Christophe**	Bactériologie Virologie
M.	**JUSTET Aurélien**	Pneumologie
Mme	**KRIEGER Sophie**	Pharmacie
M.	**LEGALLOIS Damien**	Cardiologie
Mme	**LELONG-BOULOUARD Véronique**	Pharmacologie fondamentale
Mme	**LEVALLET Guénaëlle**	Cytologie et Histologie
M.	**MITTRE Hervé**	Biologie cellulaire
M.	**SESBOÜÉ Bruno**	Physiologie
M.	**TOUTIRAIS Olivier**	Immunologie
M.	**VEYSSIERE Alexis**	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS A MI-TEMPS

Mme	**ABBATE-LERAY Pascale**	Médecine générale
M.	**COUETTE Pierre-André**	Médecine générale
Mme	**NOEL DE JAEGHER Sophie**	Médecine générale
M.	**PITHON Anni**	Médecine générale
M.	**SAINMONT Nicolas**	Médecine générale
Mme	**SCHONBRODT Laure**	Médecine générale

MAITRES DE CONFERENCES EMERITES

Mme	**DEBRUYNE Danièle**	Pharmacologie fondamentale
Mme	**DERLON-BOREL Annie**	Hématologie
Mme	**LEPORRIER Nathalie**	Génétique

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Christian MARCELLI,

Vous m'avez fait l'honneur de diriger ma thèse et de présider ce jury.
Je vous remercie de m'avoir fait confiance pour réaliser ce travail, et pour votre enseignement ainsi que votre disponibilité tout au long de mon internat.
Je vous remercie également sincèrement pour votre compréhension sur mon choix de réorientation professionnelle et pour l'aide que vous m'avez apportée pour y parvenir.

A Madame le Professeur Anne-Christine RAT,

Vous me faites l'honneur de juger ce travail de thèse. Je vous remercie pour votre disponibilité et votre enseignement au cours de mon internat.
Veuillez recevoir l'expression de mes sincères et respectueux remerciements.

A Monsieur le Professeur Vincent DE LA SAYETTE,

Vous me faites l'honneur de juger ce travail.
Veuillez recevoir l'expression de mes sincères et respectueux remerciements.

A Madame le Docteur Chantal CHAVOIX,

Vous me faites l'honneur de juger ce travail.
Je vous remercie de m'avoir accordé votre confiance pour sa réalisation, pour votre aide précieuse et votre disponibilité tout au long de ce travail de thèse.

A Mesdames les Docteurs Nathalie LEON, Quitterie BRIET-ROCHOUX, Françoise COURTHEOUX, Tiphaine CIAPPUCCINI et Monsieur le Docteur Johann CESINI, pour votre enseignement et votre disponibilité.

A Madame le Docteur Pauline BAUDART, pour ton enseignement et ta disponibilité, mais également pour le temps que tu as pris pour discuter avec moi me permettant d'avancer tant sur le plan personnel et que professionnel.

A l'ensemble des équipes paramédicales et administratives du service de Rhumatologie du CHU, avec lesquelles j'ai eu le plaisir de travailler.

A l'ensemble des équipes médicales, paramédicales et administratives du Normandy à Granville, et particulièrement à Monsieur le Docteur Nicolas CIABRINI, pour votre excellent accueil lors de mon 1er semestre et pour m'avoir fait découvrir le domaine de la rééducation.

A l'ensemble des équipes médicales, paramédicales et administratives du service de Médecine 2 d'Avranches, pour votre accueil et pour tout ce que vous m'avez appris.

A l'ensemble des équipes médicales, paramédicales et administratives du Centre d'Evaluation du Traitement de la Douleur, pour votre chaleureux accueil et pour m'avoir fait découvrir l'univers complexe de la douleur chronique.

A l'ensemble des équipes médicales, paramédicales et administratives de l'unité de Médecine Spécialisée de Saint-Lo, et particulièrement à Mesdames les Docteurs Julie-Charlotte LAMBERT, Alice DELAPIERRE, Sarah JAFARI et Monsieur le Docteur Alexandre MIERMONT, pour l'excellent semestre que j'ai passé avec vous.

A l'ensemble de l'équipe de l'Unité de Biostatistique et de Recherche Clinique pour me faire découvrir le monde de l'analyse des données me confortant dans mon choix de poursuivre mes études dans ce domaine. Je remercie particulièrement Monsieur le Docteur Rémy MORELLO pour l'aide apportée dans la réalisation des statistiques de ce travail.

A tous mes co-internes :

- de rhumatologie : Amélie, merci pour ton excellent accueil lors de mon arrivée en Normandie et pour les moments que nous avons partagés tout au long de notre internat ; Luca, Vincent, Amandine, Jules, Elody…
- avec qui qui j'ai eu le plaisir de partager un semestre, notamment Céline, vivement que l'on retourne surfer ; Sophie, Jocelyn, Charlène…

A toutes mes co-équipières et entraineurs de basket, pour ces excellents moments que nous avons partagés au cours de ces nombreuses années et pour les valeurs inculquées par la pratique de ce sport avec vous.

A Carole, Morgane, Brigitte, Bonne-Mère, Mamie, Franck et Cécile, Loïc et Floriane et toute ma famille ainsi qu'à Cécile.C pour votre soutien. Merci également d'avoir toujours été présent lorsque j'avais besoin de vous.

A mon frère, Erwan, pour tout ce que nous avons partagé ensemble. Je te souhaite de vivre une belle expérience au Canada. J'ai hâte de venir te voir !

A mes parents, quelques mots ne suffiront pas à vous montrer ma reconnaissance tant je vous dois beaucoup.
Papa, je te remercie pour ton amour et ton soutien inconditionnels !
Maman, sans toi rien de tout cela n'aurait été possible, merci de m'avoir toujours aimé et choyé ; merci de m'avoir soutenu en toute circonstance. Tu es une maman formidable !

Enfin, à Romain,
Grâce à toi, mon arrivée en Normandie m'a paru d'une grande simplicité.
Merci pour ton soutien et tes encouragements tout au long de ces quatre années.
Merci pour tes preuves d'amour au quotidien.
Merci de rendre chaque jour meilleur que le précédent.

LISTE DES ABREVIATIONS

ABC-s	Activities-specific Balance Confidence Scale
ACP	Analyse en composantes principales
ANOVA	Analysis Of Variance
ANP	Analyse Non Paramétrique
AP	Analyse Paramétrique
Ch	Cheville
DMO	Densité Minérale Osseuse
Ha	Hanche
Hu	Humérus
IADL	Instrumental Activities of Daily Living
IMC	Indice de Masse Corporelle
KMO	Indice de Kaiser-Meyer-Olkin
MMSE	Mini Mental State Examination
MoCA	Montreal Cognitive Assessment
P	Poignet
P1	Profil 1
P2	Profil 2
P3	Profil 3
P4	Profil 4
TMT	Trail Making Test

TABLEAUX ET FIGURES

Tableaux :

Tableau 1 : Evaluation des fonctions cognitives spécifiques

Tableau 2 : Comparaisons des moyennes, médianes et pourcentages des caractéristiques générales en fonction du siège de la fracture

Tableau 3 : Comparaisons des moyennes, médianes et pourcentages des caractéristiques cognitives en fonction du siège de la fracture

Tableau 4 : Matrice des composantes après rotation

Tableau 5 : Répartition des sièges de fracture par profil, n (%)

Tableau 6 : Comparaisons des moyennes, médianes et pourcentages des caractéristiques générales en fonction du profil

Tableau 7 : Comparaisons des moyennes, médianes et pourcentages des caractéristiques cognitives en fonction du profil

Tableau 8 : Résumé des caractéristiques des profils et de la répartition des fractures

Figures :

Figure 1 : Tracé des composantes dans l'espace après rotation

Figure 2 : Répartition des sièges des fractures dans les profils en fonction des deux composantes

SOMMAIRE

Introduction **1**

Matériels et méthodes **3**

I. Design de l'étude et population 3

II. Données recueillies 3

III. Analyse statistique 5

Résultats **7**

I. Comparaisons entre les sièges de fracture 7

II. Analyse en composantes principales 11

III. Répartition des sièges de fracture par profil (n=93) 12

IV. Comparaisons par profil 13

Discussion **16**

Conclusion **20**

Bibliographie **21**

Annexes **29**

Introduction

En 2017, 380 000 fractures ostéoporotiques sont survenues en France.[1] Leur incidence annuelle devrait se majorer d'environ 25% d'ici 2030.[1] Les conséquences de ces fractures en termes de qualité de vie et d'impact économique sont majeures.[1] Les fractures ostéoporotiques, à l'exception des fractures vertébrales, sont majoritairement secondaires à un traumatisme de faible intensité tel qu'une chute de sa hauteur.[2-4] Leur survenue est d'origine multifactorielle, en lien avec des facteurs de risque de fragilité osseuse mais également de chute.[4-6] Ces différents facteurs de risque peuvent parfois interagir, comme pour l'âge qui est à la fois un facteur de risque de chute et d'ostéoporose.[4]

Certains auteurs suggèrent que l'âge, la densité minérale osseuse (DMO) et l'indice de masse corporelle (IMC) ont un impact différent sur le risque de fracture en fonction du siège de celle-ci. Dans la cohorte « Million Women Study », un IMC élevé augmentait le risque de fracture de l'humérus et de la cheville alors qu'un IMC bas augmentait le risque de fracture du poignet et de la hanche.[7] Dans cette même cohorte, le taux d'incidence des fractures se majorait avec l'âge mais cette relation était nettement plus marquée pour la fracture de la hanche que pour celle de la cheville.[7] Dans la cohorte « Epidémiologie de l'Ostéoporose », une DMO basse semblait plus fortement associée au risque de fracture de la hanche qu'au risque de fracture de l'humérus.[5,6] Bien que certaines études n'aient pas montré d'association entre l'âge, la DMO et le risque de fracture de la cheville,[8,9] une méta-analyse récente confirme l'existence d'une association, faible cependant, entre une diminution de la DMO et le risque de fracture à ce siège.[10]

Les facteurs influençant le siège d'une fracture lors d'une chute ont été peu étudiés. Certaines études suggèrent qu'une marche lente majorerait le risque de chute latérale et d'impact au niveau de la hanche, entraînant une fracture à ce niveau.[5,11,12] Un ralentissement de la marche est connu pour être associé à de nombreux facteurs de risque de chute comme l'altération des fonctions cognitives et notamment des fonctions exécutives,[13-16] la peur de tomber,[17,18] la diminution de la force de préhension manuelle,[19] la polymédication[20] et la prise de psychotropes.[21] Ces différents facteurs pourraient donc majorer le risque de fracture de la hanche consécutive à une chute,

voire de l'humérus, puisque ces fractures sont en lien avec les chutes latérales.[22,23] L'état cognitif nous semble pouvoir jouer un rôle privilégié. En effet, une altération des capacités de planification, qui font partie des fonctions exécutives, pourrait influencer l'orientation de la chute (en avant, sur le côté, en arrière) et diminuerait également la capacité de l'individu à se protéger, notamment avec les mains. Les individus ayant des fonctions exécutives altérées pourraient donc se fracturer plus la hanche ou l'humérus et moins le poignet que ceux ayant un meilleur état cognitif.

Les victimes de chute avec fracture de la hanche, de la cheville, de l'humérus et du poignet pourraient donc présenter des profils différents. Cette étude a pour objectif principal de déterminer si les patients ont un profil anthropométrique, osseux, mais également cognitif particulier en fonction du siège de la fracture post-chute. Elle vise également à analyser les différents facteurs de risque de chute en fonction du profil des patients, ainsi que le lien existant entre la protection lors de la chute et les capacités cognitives.

Matériels et méthodes

I. Design de l'étude et population

Nous avons réalisé une étude transversale exploratoire.

Les participants étaient 106 femmes, âgées d'au moins 55 ans, victimes d'une chute avec fracture de la hanche (groupe « hanche »), de la cheville (groupe « cheville »), de l'humérus (groupe « humérus ») ou du poignet (groupe « poignet »). Ces femmes étaient issues de la cohorte « Chute, Fracture et Cognition », dans le cadre d'un protocole hospitalier de recherche clinique dont le but est d'étudier le rôle des troubles cognitifs dans les chutes avec fracture. La fracture devait avoir eu lieu dans les 6 mois précédant l'inclusion. Il devait s'agir d'un traumatisme de basse énergie. Les participants ont été recrutés au sein de la « Filière fracture » du Centre Hospitalo-Universitaire de Caen entre Novembre 2011 et Mai 2017. L'étude ayant pour but l'analyse des relations entre la survenue d'une chute et la survenue d'une fracture, les femmes ayant une fracture vertébrale ostéoporotique n'ont pas été incluses.

Les critères d'exclusion étaient les pathologies affectant l'équilibre, une consommation importante d'alcool (plus de 14 unités d'alcool par semaine), une déficience visuelle (acuité corrigée <6/10) et une dépression sévère (score au-dessous >30 sur l'échelle de Montgomery–Åsberg Depression Rating Scale).[24] Les fractures secondaires à une fragilité osseuse localisée, par exemple sur métastase osseuse, ont été exclues. La chute ne devait pas avoir été causée par un tiers. Pour répondre à l'objectif principal de cette cohorte, le nombre de participants âgés de plus de 75 ans devait être identique à celui des participants de moins de 75 ans.

Le consentement libre et éclairé a été recueilli pour tous les participants. L'étude a été approuvée par le comité d'éthique de Basse-Normandie (n° 2011A00556-35; n° d'enregistrement du « clinical trial » : NCT02292316).

II. Données recueillies

Les données recueillies au cours de l'examen médical étaient les suivantes : l'âge, l'IMC (une mesure anthropométrique, en kg/m^2), le nombre de molécules actives dans les médicaments consommés, en distinguant la polymédication (au moins 5

molécules)[25] et le nombre de psychotropes, et le nombre de comorbidités tel que déterminé par les 12 classes incluses dans l'index de Kaplan-Feinstein.[26] Les participants ont en outre été interrogés sur leur tentative ou non de se protéger lors de la chute ayant occasionné leur fracture.

Une évaluation approfondie des capacités cognitives a été réalisée par un neuropsychologue. Après avoir recueilli le niveau d'éducation (en nombre d'années d'étude), les capacités cognitives globales ont été évaluées par le Mini Mental State Examination (MMSE) [27] et par le Montreal Cognitive Assessment (MoCA),[28] ce dernier étant plus sensible que le MMSE pour détecter les troubles cognitifs légers. Les deux tests sont côtés sur 30. Les seuils déficitaires ont été identifiés en utilisant les normes françaises stratifiées par l'âge, le niveau socioculturel et le sexe pour le MMSE,[29] et par un score inférieur à 26 pour le MoCA.[28] Plusieurs sous-domaines cognitifs ont également été évalués : la vitesse de traitement de l'information par le test de Zazzo et le Trail Making Test (TMT) A, l'attention visuo-spatiale par le test de Zazzo, la mémoire par la figure complexe de Rey, l'empan de chiffre à l'envers et à l'endroit, les fonctions exécutives par le TMT B, le TMT B-A et la stratégie de copie de la figure de Rey. Leur méthode d'évaluation est détaillée dans le tableau 1.

En outre, l'autonomie a été évaluée par l'échelle des activités de la vie quotidienne (IADL, Instrumental Activities of Daily Living) qui porte sur huit activités.[36] Un score de 8 et de 32 reflètent respectivement, une autonomie parfaite et une dépendance totale pour ces activités. La peur de tomber a été évaluée grâce à la version française de l'Activities-specific Balance Confidence Scale (ABC-s) qui porte sur 16 situations à risque de chute plus ou moins important.[37] Cotée de 0 à 160, un score de 160 reflète une parfaite confiance en son équilibre. La force de préhension manuelle a été mesurée grâce à un dynamomètre. Chaque participant a effectué 2 essais par main, le score retenu étant le meilleur des 4 essais.

Enfin, la DMO a été mesurée au niveau de la hanche totale grâce à l'ostéodensitométrie par absorptiométrie biphotonique à rayons X. Un T-score < -2,5 correspond à la définition de l'ostéoporose densitométrique.[38]

III. Analyse statistique

Notre étude étant exploratoire avec des groupes de faible effectif, des analyses paramétrique (AP) et non paramétrique (ANP) ont été réalisées pour toutes les variables quantitatives. Les comparaisons entre les quatre sièges de fracture ont été réalisées en comparant les moyennes par des analyses de variances (ANOVA) suivi du test *post-hoc* de Bonferroni pour l'AP et en comparant les médianes par des tests de Kruskal-Wallis suivi du test *post-hoc* de Nemenyi pour l'ANP. Les pourcentages ont été comparés par des tests du Khi-2 si les effectifs théoriques étaient supérieurs ou égaux à 5 et des tests exacts de Fisher dans le cas contraire. Des régressions logistiques multinomiales ont été réalisées pour les tests cognitifs, dont la p-value était inférieur à 0,10 en univarié, en ajustant sur l'âge et le niveau d'éducation.

Une analyse en composantes principales (ACP) avec rotation Varimax a ensuite permis d'analyser les variables significativement liées au siège des fractures. Certains participants (n=13) ont dû être exclus de l'ACP en raison de données manquantes. La protection lors de la chute étant considérée comme résultant de profils particuliers, notamment cognitif, n'a pas été intégrée dans l'ACP. La qualité de l'ACP a été évaluée grâce à l'indice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) et au test de sphéricité de Bartlett. Les participants ont ensuite été répartis en quatre nouveaux groupes nommés « profils » selon les quatre quadrants que formaient deux composantes mises en évidence par l'ACP. La répartition du siège des fractures en fonction des profils a ensuite été analysée. Les comparaisons entre profils ont ensuite été réalisées selon les méthodes précédemment décrites pour les moyennes, les médianes et les pourcentages. Dans cette partie, aucun ajustement n'a été réalisé car le but était de prioriser les interactions entre les variables.

Une différence était considérée comme significative si la p-value bilatérale était inférieure à 0,05, et comme tendance si elle était comprise entre 0,05 et 0,10. Le logiciel utilisé est IBM Corp. Released 2015. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.

Tableau 1 : Evaluation des fonctions cognitives spécifiques

FONCTIONS EVALUEES	TESTS	TACHES A EFFECTUER	SCORE
Vitesse de traitement de l'information	Test de Zazzo[30]	Barrage de signes cibles parmi des distracteurs	- Durée d'exécution (sec)
	Trail Making Test A (TMT A)[31]	Relier des chiffres dans l'ordre croissant aussi vite que possible	- Durée d'exécution (sec) - Durée d'exécution déficitaire[a]
Attention visuo-spatiale	Test de Zazzo[30]	Barrage de signes cibles parmi des distracteurs	- Nombre d'omissions - Nombre de réponses correctes /40
Mémoire : • A court terme	Empan de chiffre à l'endroit[33] Empan de chiffre à l'envers[33]	Rappel immédiat de séries de chiffres de plus en plus longues dans le même ordre ou dans l'ordre inverse	- Nombre de séries correctement répétées
• A long terme	Figure Complexe de Rey[34]	Reproduction de mémoire d'une figure complexe, 3 minutes après l'avoir copiée	- Score de la qualité du rappel de la figure /36
Fonctions exécutives : • Flexibilité mentale	Trail Making Test B (TMT B)[31] Trail Making Test B-A (TMT B-A)[35]	Relier alternativement les chiffres (dans l'ordre croissant) et les lettres (par ordre alphabétique) aussi rapidement que possible	- Nombre d'erreurs au TMT B - Durée d'exécution du TMT B (sec) - Durée d'exécution du TMT B déficitaire[a] - Différence de durée d'exécution entre le TMT B et le TMT A (TMT B-A) déficitaire[a]
• Planification	Figure Complexe de Rey[34]	Analyse de la stratégie de copie de la figure	- Score de 1 (stratégie parfaite) à 4 (stratégie déficitaire)

[a]Les seuils déficitaires ont été identifiés après stratification pour l'âge et le niveau d'éducation.[32]

Résultats

I. Comparaisons entre les sièges de fracture

Les données pour l'ensemble de la population sont présentées dans l'annexe 1. Parmi les 106 participants, il y avait 30 (28,3%), 16 (15,1%), 28 (26,4%) et 32 (30,2%) participants dans les groupes « hanche », « cheville », « humérus » et « poignet ». Les comparaisons des caractéristiques générales et des caractéristiques cognitives entre les sièges de fracture sont présentées respectivement dans les tableaux 2 et 3. Les quatre sièges de fracture se différenciaient significativement par le niveau d'éducation, l'IMC, la DMO, la peur de tomber, et le nombre d'erreurs au TMT B, un des tests de fonctions exécutives. La différence entre les quatre sièges de fracture concernant le nombre d'erreurs au TMT B était significative uniquement dans l'analyse non paramétrique (ANP) et à la limite de la significativité dans l'analyse paramétrique (AP) (p=0,054). Le MMSE, le MoCA, l'empan de chiffre à l'envers et le pourcentage de durée d'exécution du TMT B déficitaires n'avaient qu'une tendance à être différents entre les quatre sièges de fracture. Par ailleurs, 75% des participants du groupe « poignet » ont essayé de se protéger lors de la chute contre respectivement, 25,0%, 28,6% et 35,7% dans les groupes « hanche », « cheville » et « poignet ».

Dans l'analyse multivariée réalisée sur les tests cognitifs après ajustement sur l'âge et le niveau d'éducation, le TMT B restait significativement différents entre les quatre sièges de fractures (p=0,014). La tendance s'effaçait pour le MMSE (p=0,111) et l'empan de chiffre à l'envers (p=0,269). Le MoCA étant systématiquement standardisé pour le niveau d'éducation, seul un ajustement sur l'âge a été réalisé et la tendance disparaissait (p=0,195). L'analyse n'a pas était réalisée pour le pourcentage des scores déficitaires pour la durée d'exécution du TMT B car ces scores étaient déjà standardisés pour l'âge et le niveau d'éducation.

Les analyses *post-hoc* indiquaient que le groupe «hanche» se différenciait systématiquement des autres groupes : comparé au groupe «humérus», le groupe «hanche» avait un IMC et une DMO inférieurs (significativement dans l'AP et à la limite de la significativité dans l'ANP, p=0,052); comparé au groupe «cheville », il avait un score ABC-s significativement plus faible (et donc plus peur de tomber) ainsi que des tendances à avoir plus d'erreurs au TMT B (ANP), des valeurs d'IMC (AP) et de DMO

(AP) plus faibles ; enfin, comparé au groupe « poignet », le groupe «hanche» avait également une tendance à avoir une DMO plus faible (AP) .

Tableau 2 : Comparaisons des moyennes, médianes et pourcentages des caractéristiques générales en fonction du siège de la fracture

	Hanche n=30	Cheville n=16	Humérus n=28	Poignet n=32	p-value[a]	Post-Hoc : p-value[b]
Age (années)	73,0 (8,8)	67,1 (8,1)	70,3 (8,7)	71,7 (10,8)	0,217	-
	74,0 (66,0-80,3)	64,5 (61,5-73,3)	70,0 (62,3-77,8)	72,5 (62,3-81,0)	0,177	-
Education (nombre d'années d'étude)	12,2 (3,2)	12,4 (4,1)	10,5 (2,6)	10,3 (3,2)	**0,029**	NS
	11,5 (9,8-14,3)	11,5 (9,3-14,8)	11,0 (9,0-12,0)	10,0 (8,0-11,0)	**0,029**	**P<Ha : 0,034**
IMC (kg/m²)	23,8 (4,1)	27,6 (5,8)	29,5 (5,3)	26,3 (4,6)	**<0,001**	**Ha<Hu : <0,001**, P<Hu : 0,072, Ha<Ch : 0,091
	23,7 (20,5-28,4)	25,3 (23,3-32,6)	29,2 (25,5-32,1)	25,3 (22,2-30,1)	**0,001**	**Ha<Hu : <0,001**, P<Hu : 0,085
Polymédication, n (%)	18 (60,0)	6 (37,5)	16 (57,1)	18 (56,3)	0,523	-
Psychotropes (nombre)	0,7 (1,2)	0,5 (0,7)	0,9 (1,2)	0,9 (1,0)	0,543	-
	0,0 (0,0-1,0)	0,0 (0,0-1,0)	1,0 (0,0-1,0)	1,0 (0,0-2,0)	0,371	-
Comorbidités (nombre)	1,4 (1,3)	1,8 (1,1)	1,8 (1,5)	1,6 (1,3)	0,749	-
	1,0 (0,0-2,3)	2,0 (1,0-2,8)	1,5 (1,0-2,0)	2,0 (0,0-3,0)	0,752	-
IADL (score)	8,9 (1,8)	8,3 (1,3)	8,1 (0,5)	8,4 (0,8)	0,111	-
	8,0 (8,0-9,0)	8,0 (8,0-8,0)	8,0 (8,0-8,0)	8,0 (8,0-8,8)	0,072	-
ABC-s(score)[c]	98,9 (29,9)	125,3 (26,1)	119,7 (27,5)	114,9 (34,8)	**0,018**	**Ha<Ch : 0,035**, Ha<Hu : 0,067
	101,3 (78,2-119,6)	128,0 (109,1-144,3)	124,8 (106,6-138,0)	120,7 (87,6-141,0)	**0,017**	**Ha<Ch : 0,033**, Ha<Hu : 0,087
Force de préhension manuelle (kg)[d]	19,3 (4,7)	20,6 (4,7)	17,6 (5,1)	17,2 (5,6)	0,117	-
	18,4 (15,6-21,9)	21,3 (15,4-24,2)	17,1 (14,1-19,9)	16,9 (13,2-21,1)	0,059	-
Protection lors de la chute, oui n (%)[e]	7 (25,0%)	4 (28,6%)	10 (35,7%)	21 (75,0%)	**0,001**	-
DMO (T-score)[f]	-2,0 (1,1)	-1,1 (0,9)	-1,1 (0,9)	-1,3 (1,2)	**0,015**	**Ha<Hu : 0,028**, Ha<P : 0,073, Ha<Ch : 0,078
	-1,7 (-2,9- -1,5)	-1,2 (-1,8- -0,2)	-1,2 (-1,7- -0,3)	-1,2 (-2,1- -0,6)	**0,026**	Ha<Hu : 0,052
Ostéoporose, n (%)[f]	8 (30,8)	1 (6,3)	2 (7,4)	5 (15,6)	0,100	-

Les variables quantitatives sont exprimées en moyenne (écart-type) sur la 1ère ligne et en médiane (1er quartile-3ème quartile) sur la 2nd ligne. Les variables qualitatives sont exprimées en effectif (pourcentage). **en gras** : p-value<0,05 ; [a]ANOVA, Kruskal-Wallis, Fisher ou Khi 2 en fonction de la variable ; [b]Test de Bonferroni (1ère ligne) ou de Neminyi (2nd ligne), seuls les p<0,10 sont présentés ; [c]n=104 (Hanche=30, Cheville=16, Humérus=27, Poignet=31) ; [d]n=103 (Hanche=29, Cheville=14, Humérus=28, Poignet=32) ; [e]n=98 (Hanche=28, Cheville=14, Humérus=28, Poignet=28) ; [f]n=101 (Hanche=26, Cheville=16, Humérus=27, Poignet=32) ; NS : non significatif ; Ha : Hanche ; Ch : Cheville; Hu : Humérus; P : Poignet; IADL : Instrumental Activities of Daily Living; IMC : Indice de Masse Corporelle; DMO : Densité minérale osseuse; ABC-s : Activities-specific Balance Confidence Scale

Tableau 3 : Comparaisons des moyennes, médianes et pourcentages des caractéristiques cognitives en fonction du siège de la fracture

		Hanche n=30	Cheville n=16	Humérus n=28	Poignet n=32	p-value[a]	Post-Hoc : p-value[b]
Cognition globale	**MMSE (score)**	27,1 (2,4)	28,4 (1,4)	28,1 (2,4)	26,7 (3,0)	0,059	-
		28,0 (25,0-29,0)	29,0 (28,0-29,0)	29,0 (28,0-29,0)	27,0 (25,3-29,0)	0,085	-
	MMSE déficitaire, n (%)	4 (13,3)	0 (0,0)	2 (7,1)	5 (15,6)	0,371	-
	MoCA (score)	25,4 (3,6)	27,9 (1,9)	26,5 (3,3)	25,3 (4,5)	0,094	-
		27,0 (22,8-29,0)	28,0 (26,3-29,8)	27,5 (25,0-29,0)	26,5 (21,5-29,0)	0,148	-
	MoCA déficitaire, n (%)	13 (43,3)	2 (12,5)	9 (32,1)	12 (37,5)	0,201	-
Vitesse de traitement de l'information	**Test de Zazzo, durée (sec)[c]**	49,4 (60,2)	121,9 (35,4)	138,5 (51,6)	143,1 (46,5)	0,370	-
		137,5 (99,8-166,5)	117,5 (87,8-153,5)	128,0 (106,0-153,0)	137,0 (106,5-161,5)	0,410	-
	TMT A, durée (sec)[d]	45,9 (19,9)	35,6 (10,4)	41,4 (19,5)	46,6 (31,2)	0,387	-
		42,7 (32,6-50,6)	36,0 (26,5-43,8)	33,5 (28,3-52,5)	35,9 (31,5-51,1)	0,281	-
	TMT A, durée déficitaire, n (%)[d]	9 (30,0)	2 (12,5)	6 (21,4)	6 (20,0)	0,618	-
Attention visuo-spatiale	**Test de Zazzo, omissions (nombre)[c]**	2,67 (3,7)	2,9 (1,9)	3,5 (5,7)	2,3 (2,7)	0,687	-
		1,5 (1,0-3,0)	3,0 (2,0-4,0)	2,0 (1,0-4,0)	1,0 (0,0-3,5)	0,341	-
	Test de Zazzo, réponses correctes (nombre)[c]	37,3 (3,7)	37,1 (1,9)	36,3 (5,6)	37,7 (2,7)	0,623	-
		38,5 (37,0-39,0)	37,0 (36,0-38,0)	38,0 (36,0-39,0)	39,0 (36,5-40,0)	0,349	-
Mémoire	**Empan endroit (nombre)[d]**	7,2 (2,0)	7,8 (1,7)	7,8 (2,2)	7,5 (1,9)	0,717	-
		7,0 (6,0-8,3)	7,0 (7,0-8,0)	7,0 (6,0-9,0)	8,0 (6,0-9,0)	0,650	-
	Empan envers (nombre)[d]	4,5 (1,8)	5,7 (1,4)	5,0 (1,8)	4,9 (1,9)	0,211	-
		4,00 (3,0-5,8)	5,5 (5,0-6,0)	5,0 (4,0-6,0)	5,0 (3,3-6,0)	0,092	-
	Figure de Rey, rappel (score)[e]	14,5 (5,6)	12,8 (5,8)	12,8 (5,4)	13,9 (5,7)	0,606	-
		13,5 (11,8-18,3)	11,5 (8,8-19,3)	11,5 (8,5-17,5)	13,8 (11,4-18,3)	0,444	-
Fonctions exécutives	**TMT B, erreurs (nombre)[f]**	1,0 (1,1)	0,3 (0,6)	1,0 (1,6)	0,4 (0,7)	0,054	-
		1,00 (0,00-2,00)	0,00 (0,00-0,00)	0,50 (0,00-1,25)	0,00 (0,00-0,75)	**0,021**	Ch<Ha : 0,071
	TMT B, durée (sec)[g]	125,2 (104,7)	85,9 (29,4)	104,9 (67,8)	96,6 (41,8)	0,294	-
		89,3 (74,0-149,0)	91,5 (61,5-105,0)	87,8 (61,8-122,5)	85,0 (66,8-116,9)	0,611	-
	TMT B, durée déficitaire, n (%)[g]	10 (37,0)	1 (6,3)	5 (19,2)	3 (11,1)	0,061	-
	TMT B-A, différence déficitaire, n (%)[g]	7 (25,9)	1 (6,3)	4 (15,4)	3 (11,1)	0,361	-
	Figure de Rey, type de copie (score)[d]	2,2 (1,2)	2,4 (1,5)	2,9 (1,3)	2,5 (1,3)	0,181	-
		2,0 (1,0-3,3)	2,0 (1,0-4,0)	4,0 (2,0-4,0)	2,5 (1,0-4,0)	0,167	-

Les variables quantitatives sont exprimées en moyenne (écart-type) sur la 1ère ligne et en médiane (1er quartile-3ème quartile) sur la 2nd ligne. Les variables qualitatives sont exprimées en effectif (pourcentage). **en gras** : p-value<0,05 ; [a]ANOVA, Kruskal-Wallis, Fisher ou Khi 2 en fonction de la variable ; [b]Test de Bonferroni (1ère ligne) ou de Neminyi (2nd ligne), seuls les p<0,10 sont présentés ; [c]n=102 (Hanche=30, Cheville=16, Humérus=27, Poignet=29) ; [d]n=104 (Hanche=30, Cheville=16, Humérus=28, Poignet=30) ; [e]n=103 (Hanche=30, Cheville=16, Humérus=27, Poignet=30) ; [f]n=97 (Hanche=27, Cheville=16, Humérus=26, Poignet=28) ; [g]n=96 (Hanche=27, Cheville=16, Humérus=26, Poignet=27) ; Ha : Hanche, Ch : Cheville, TMT : Trail Making Test ; MMSE : Mini Mental State Examination ; MoCA : Montreal Cognitive Assessment

II. Analyse en composantes principales

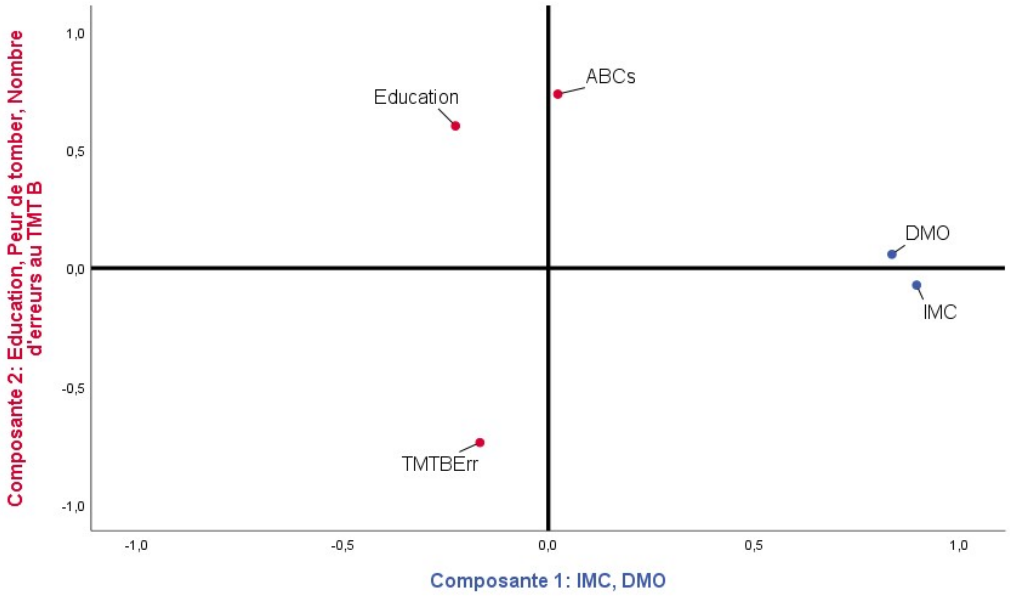
L'éducation, l'IMC, la DMO, le score ABC-s et le nombre d'erreurs au TMT B ont été inclus dans l'ACP. La matrice des différentes composantes obtenues après rotation est présentée dans le tableau 4. Le tracé des composantes dans l'espace après rotation est représenté dans la figure 1. Deux composantes ont été mises en évidence. Dans la première composante, plus l'IMC était élevé, plus la DMO était élevée. Cette composante expliquait 31,55% de la variance totale. Dans la seconde composante, plus le nombre d'erreurs au TMT B était faible, plus le score ABC-s (et donc l'absence de peur de tomber) et l'éducation étaient élevés. Cette seconde composante expliquait 29,13% de la variance totale.

Tableau 4 : Matrice des composantes après rotation

Variables	Composante 1	Composante 2
IMC	**0,898**	0,015
DMO	**0,825**	0,139
Nombre d'erreurs au TMT B	-0,094	**-0,751**
ABC-s	-0,048	**0,735**
Education	-0,283	**0,577**

En gras : corrélations >0,5 en valeur absolue ; IMC : Indice de Masse Corporelle ; DMO : Densité Minérale osseuse, ABC-S : Activities-specific Balance Confidence Scale : TMT B : Trail Making Test B.

Figure 1 : Tracé des composantes dans l'espace après rotation



ABCs : Activities-specific Balance Confidence Scale ; TMTBErr : Nombre d'erreurs au Trail Making Test B ; Education : Nombre d'années d'étude ; DMO : Densité Minérale Osseuse ; IMC : Indice de Masse Corporelle

III. Répartition des sièges de fracture par profil (n=93)

Les données pour les participants inclus dans l'ACP sont présentées dans l'annexe 2. Parmi les 13 participants exclus de l'ACP, 6 (46,2%), 0 (0,00%), 4 (23,1%) et 4 (30,8%) appartenaient respectivement, aux groupes « hanche », « cheville », « humérus » et « poignet ». L'ACP a révélé l'existence de quatre profils distincts (dénommés ci-après P1 à P4). La répartition des sièges de fracture par profil est présentée dans la figure 2 pour la répartition individuelle des participants, et dans le tableau 5 pour le pourcentage de chaque siège de fracture par profil. On notera notamment que les profils P1 et P4 comprenaient essentiellement des fractures de l'humérus (>41% chacun) et peu de fractures de la hanche (≤15% chacun), alors qu'à l'inverse P2 et P3 comprenaient essentiellement des fractures de la hanche (>33% chacun) et peu de fractures de l'humérus (< 19% chacun). Par ailleurs, les quatre profils comprenaient un pourcentage similaire de fractures du poignet (environ 30%).

Figure 2 : Répartition des sièges des fractures dans les profils en fonction des deux composantes

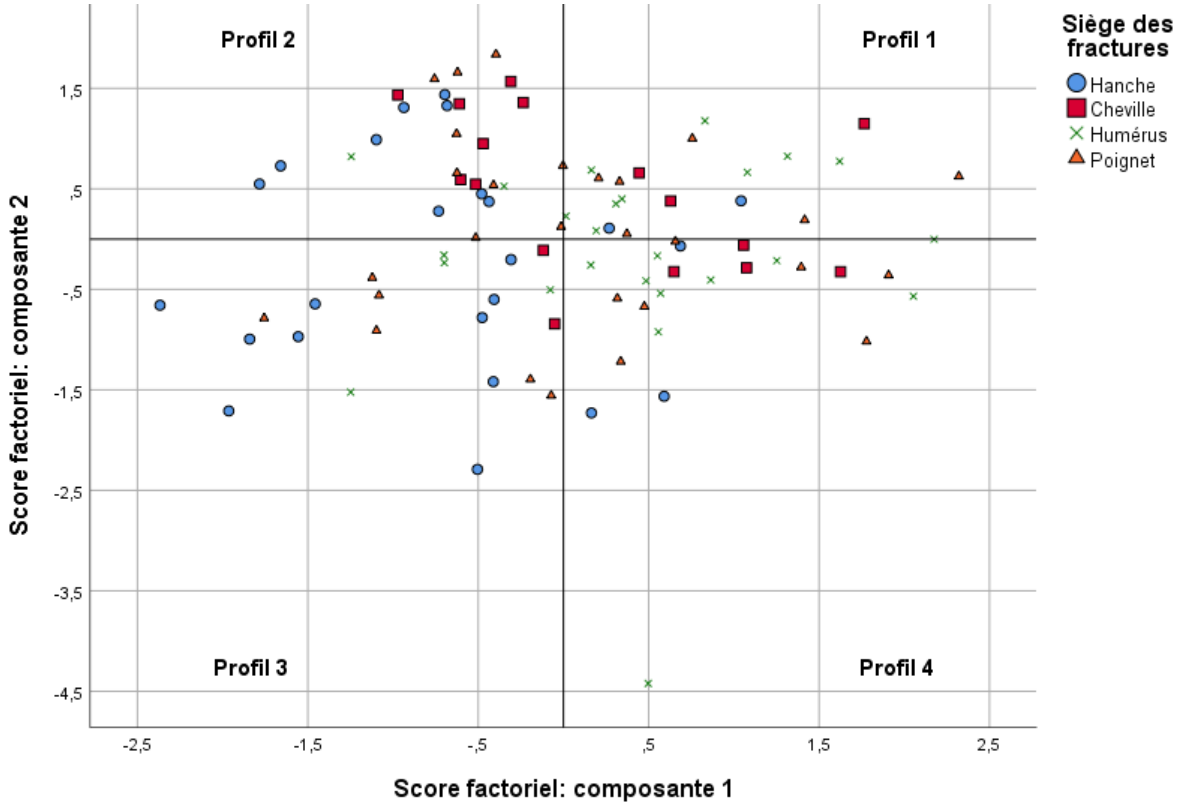


Tableau 5 : Répartition des sièges de fracture par profil, n (%)

Sièges des fractures	Profil 1 n=20	Profil 2 n=27	Profil 3 n=22	Profil 4 n=24
Hanche	2 (10,0)	9 (33,3)	10 (45,5)	3 (12,5)
Cheville	3 (15,0)	7 (25,9)	2 (9,1)	4 (16,7)
Humérus	9 (45,0)	2 (7,4)	4 (18,2)	10 (41,7)
Poignet	6 (30,0)	9 (33,3)	6 (27,3)	7 (29,2)

IV. Comparaisons par profil

Il existait de nombreuses différences significatives entre les différents profils, aussi bien en ce qui concerne les caractéristiques générales (tableaux 6) que les caractéristiques cognitives (tableau 7).

Comme résumé dans le tableau 8, P1 et P4 avaient un IMC et une DMO plus élevés que P2 et P3. P1 et P4 ne comportaient aucun participant avec une ostéoporose densitométrique, contrairement à P2 et P3 qui en comportaient respectivement 14,8% et 45,5%.

Par ailleurs, P2 et P3 avaient un profil anthropométrique similaire mais P3 avait tendance à avoir une DMO plus faible que P2 (AP) et comportait davantage de participants avec une ostéoporose densitométrique (45,5% vs 14,8%). P2 avait également, significativement, une meilleure éducation, une meilleure autonomie, moins peur de tomber et était moins polymédiqué que P3 (33,3% vs 63,6%). Sur le plan cognitif, P3 avait une moins bonne cognition globale (significativement pour le MoCA et tendance pour le MMSE), une moins bonne vitesse de traitement de l'information (significativement pour la durée d'exécution du test de Zazzo (ANP) et pour celle du TMT A), une moins bonne mémoire à court terme (significativement pour l'empan de chiffre à l'envers) et de moins bonnes fonctions exécutives (significativement pour la durée d'exécution (ANP) et le nombre d'erreurs au TMT B).

On remarquera également que l'âge et le pourcentage de participants s'étant protégés lors de la chute n'étaient pas significativement différents entre les profils.

Tableau 6 : Comparaisons des moyennes, médianes et pourcentages des caractéristiques générales en fonction du profil

	Profil 1 n=20	Profil 2 n=27	Profil 3 n=22	Profil 4 n=24	p-value[a]	Post-Hoc : p-value[b]
Age (années)	66,6 (7,9)	69,3 (9,2)	73,5 (8,4)	69,1 (9,7)	0,092	-
	64,5 (61,0-72,8)	67,0 (60,0-78,0)	75,0 (66,0-79,5)	67,0 (61,3-77,3)	0,076	-
Education (nombre d'années d'étude)	11,7 (2,5)	14,0 (3,9)	9,7 (1,9)	9,3 (2,2)	**<0,001**	**1<2 : 0,038, 3<2 : <0,001, 4<2 : <0,001, 4<1 : 0,033**
	11,0 (10,0-13,5)	14,0 (11,0-16,0)	10,0 (8,8-11,0)	9,0 (8,0-11,0)	**<0,001**	**4<1 : 0,033, 4<2 : <0,001, 3<2 : <0,001**
IMC (kg/m²)	30,3 (4,0)	22,7 (2,9)	23,0 (3,1)	31,4 (4,5)	**<0,001**	**2<1 : <0,001, 3<1 : <0,001, 2<4 : <0,001, 3<4 : <0,001**
	29,3 (27,8-33,4)	22,9 (21,2-24,4)	22,7 (20,9-24,8)	31,4 (28,3-32,8)	**<0,001**	**2<1 : <0,001, 3<1 : <0,001, 2<4 : <0,001, 3<4 : <0,001**
Polymédication, n (%)	8 (40,0)	9 (33,3)	14 (63,6)	16 (66,7)	**0,044**	-
Psychotropes (nombre)	0,7 (1,1)	0,2 (0,4)	0,8 (0,9)	1,2 (1,2)	**0,003**	**2<4 : 0,001**
	0,0 (0,0-0,0)	0,5 (0,0-1,3)	0,5 (0,0-1,3)	1,0 (0,0-2,8)	**0,004**	**2<4 : 0,002**
Comorbidités (nombre)	1,6 (1,2)	1,2 (1,3)	1,7 (1,1)	1,8 (1,6)	0,321	-
	1,0 (1,0-2,0)	1,0 (0,0-2,0)	1,5 (1,0-3,0)	1,5 (1,0-3,0)	0,235	-
IADL (score)	8,1 (0,2)	8,1 (0,3)	8,9 (1,3)	8,1 (0,4)	**<0,001**	**4<3 : 0,001, 1<3 : 0,001, 2<3 : 0,001**
	8,0 (8,0-8,0)	8,0 (8,0-8,0)	8,0 (8,0-10,0)	8,0 (8,0-8,0)	**<0,001**	**4<3 : 0,001, 1<3 : 0,002, 2<3 : 0,004**
ABC-s (score)	132,3 (22,2)	135,5 (17,2)	92,4 (29,7)	98,4 (26,5)	**<0,001**	**3<1 : <0,001, 3<2 : <0,001, 4<1 : <0,001, 4<2 : <0,001**
	139,1 (120,7-147,8)	137,8 (122,1-150,9)	92,9 (72,5-114,6)	96,5 (74,2-117,5)	**<0,001**	**3<1 : <0,001, 3<2 : <0,001, 4<1 : 0,001, 4<2 : <0,001**
Force de préhension manuelle (kg)[c]	18,7 (5,4)	18,2 (4,9)	19,2 (5,3)	19,2 (5,8)	0,902	-
	17,1 (14,5-22,0)	19,3 (14,4-21,7)	18,6 (15,1-22,8)	19,8 (14,2-24,8)	0,925	-
Protection lors de la chute, oui n (%)[d]	8 (42,1)	10 (41,7)	9 (42,9)	11 (47,8)	0,972	-
DMO (T-score)	-0,6 (0,9)	-1,8 (0,7)	-2,3 (1,0)	-0,6 (0,7)	**<0,001**	**2<1 : <0,001, 3<1 : <0,001, 2<4 : <0,001, 3<4 : <0,001**, 3<2 : 0,063
	-0,8 (-1,3- -0,1)	-1,7 (-2,2- -1,4)	-2,4 (-3,0- -1,6)	-0,6 (-1,2- -0,0)	**<0,001**	**2<1 : 0,001, 3<1 : <0,001, 2<4 : <0,001, 3<4 : <0,001**
Ostéoporose, n(%)	0 (0,0)	4 (14,8)	10 (45,5)	0 (0,0)	**<0,001**	-

Les variables quantitatives sont exprimées en moyenne (écart-type) sur la 1ère ligne et en médiane (1er quartile-3ème quartile) sur la 2nd ligne. Les variables qualitatives sont exprimées en effectif (pourcentage). **en gras** : p-value<0,05; [a]ANOVA, Kruskal-Wallis, Fisher ou Khi 2 en fonction de la variable ; [b]Test de Bonferroni (1ère ligne) ou de Neminyi (2nd ligne), seuls les p<0,10 sont présentés; [c]n=90 (G1=20, G2=24, G3=22, G4=24) ; [d]n=87 (G1=19, G2=24, G3=21, G4=23) ; IADL : Instrumental Activities of Daily Living ; IMC : Indice de Masse Corporelle ; DMO : Densité Minérale Osseuse ; ABC-s : Activities-specific Balance Confidence Scale

Tableau 7 : Comparaisons des moyennes, médianes et pourcentages des caractéristiques cognitives en fonction du profil

		Profil 1 n=20	Profil 2 n=27	Profil 3 n=22	Profil 4 n=24	p-value[a]	Post-Hoc : p-value[b]
Cognition globale	**MMSE (score)**	28,5 (1,6)	28,5 (1,6)	26,9 (2,4)	27,2 (2,6)	**0,015**	3<2 : 0,063, 3<1 : 0,095
		29,0 (28,3-29,0)	29,0 (28,0-29,0)	27,5 (25,8-29,0)	28,0 (25,3-29,0)	**0,018**	3<2 : 0,068, 3<1 : 0,072
	MMSE déficitaire, n (%)	1 (5,0)	1 (3,7)	3 (13,6)	2 (8,3)	0,647	-
	MoCA score	27,5 (1,8)	28,4 (2,0)	25,3 (3,3)	25,4 (3,9)	**<0,001**	**3<2 : 0,002, 4<2 : 0,002**
		28,0 (26,0-29,0)	29,0 (28,0-30,0)	26,5 (22,8-27,3)	26,0 (23,3-28,0)	**<0,001**	**3<2 : 0,001, 4<2 : 0,003**
	MoCA déficitaire, n (%)	3 (15,0)	3 (11,1)	9 (40,9)	11 (45,8)	**0,011**	-
Vitesse de traitement de l'information	**Test de Zazzo, durée (sec)**	123,0 (29,1)	125,4 (49,6)	150,9 (45,7)	140,6 (45,3)	0,115	
		118,5 (102,0-146,3)	104,0 (90,0-149,0)	150,0 (125,8-161,0)	127,0 (109,8-177,3)	**0,036**	**2<3 : 0,042**
	TMT A, durée (sec)[c]	35,3 (8,2)	34,5 (10,7)	47,4 (21,6)	44,6 (20,8)	**0,016**	**2<3 : 0,045**
		33,5 (28,3-42,5)	32,0 (26,0-42,0)	41,3 (32,9-53,6)	40,2 (28,4-56,9)	**0,040**	**2<3 : 0,048**
	TMT A, durée déficitaire, n (%)[c]	0 (0,0)	4 (14,8)	5 (22,7)	7 (29,2)	**0,044**	
Attention visuo-spatiale	**Test de Zazzo, omissions (nombre)**	2,1 (2,0)	2,0 (2,2)	3,1 (4,1)	3,2 (3,2)	0,353	
		1,5 (1,0-3,0)	1,0 (0,0-3,0)	2,0 (1,0-4,3)	2,5 (0,3-4,0)	0,466	
	Test de Zazzo, réponses correctes (nombre)	37,9 (2,0)	38,2 (2,1)	36,9 (4,1)	36,4 (3,1)	0,133	
		38,0 (37,0-39,0)	39,0 (37,0-40,0)	38,0 (35,8-39,0)	37,0 (34,3-39,0)	0,122	
Mémoire	**Empan endroit (nombre)**	7,7 (2,0)	8,3 (2,0)	6,8 (1,8)	7,9 (1,8)	0,060	
		7,0 (6,0-9,0)	8,0 (7,0-10,0)	6,0 (5,8-8,0)	8,0 (6,3-9,0)	0,057	
	Empan envers (nombre)	5,4 (1,9)	5,9 (1,9)	4,5 (1,1)	4,4 (1,6)	**0,005**	**3<2 : 0,023, 4<2 : 0,014**
		5,0 (4,0-6,0)	6,0 (5,0-7,0)	4,0 (4,0-5,3)	4,0 (3,0-6,0)	**0,009**	**3<2 : 0,033, 4<2 : 0,026**
	Figure de Rey, rappel (score)[d]	13,8 (5,2)	15,4 (5,2)	14,3 (6,1)	12,8 (5,4)	0,386	
		13,0 (10,8-18,0)	13,5 (11,5-20,5)	14,3 (11,0-16,9)	12,5 (10,0-16,0)	0,505	
Fonctions exécutives	**TMT B, erreurs (nombre)**	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	1,4 (0,9)	1,0 (1,8)	**<0,001**	**1<3 : 0,003, 2<3 : 0,001, 2<4 : 0,018**, 1<4 : 0,054
		0,0 (0,0-0,0)	0,0 (0,0-0,0)	1,0 (1,0-2,0)	0,0 (0,0-2,0)	**<0,001**	**1<3 : <0,001, 2<3 : <0,001**, 2<4 : 0,085, 4<3 : 0,087
	TMT B, durée (sec)[c]	79,1 (24,8)	83,3 (33,5)	134,6 (104,9)	116,5 (71,6)	**0,015**	**1<3 : 0,049**, 2<3 : 0,052
		76,5 (63,0-88,0)	79,0 (57,0-112,0)	112,0 (85,2-141,0)	103,0 (69,6-134,5)	**0,002**	**1<3 : 0,010, 2<3 : 0,016**
	TMT B, durée déficitaire, n (%)[c]	1 (5,0)	5 (18,5)	5 (23,8)	6 (25,0)	0,303	
	TMT B-A, différence déficitaire, n (%)[c]	0 (0,0)	3 (11,1)	4 (19,0)	6 (25,0)	0,079	
	Figure de Rey, type de copie (score)	2,2 (1,2)	2,2 (1,4)	2,5 (1,3)	3,1 (1,3)	0,057	
		2,0 (1,0-3,8)	1,0 (1,0-4,0)	2,5 (1,0-4,0)	4,0 (2,0-4,0)	0,063	

Les variables quantitatives sont exprimées en moyenne (écart-type) sur la 1ère ligne et en médiane (1er quartile-3ème quartile) sur la 2nd ligne. Les variables qualitatives sont exprimées en effectif (pourcentage). **en gras** : p-value<0,05; [a]ANOVA, Kruskal-Wallis, Fisher ou Khi 2 en fonction de la variable ; [b]Test de Bonferroni (1ère ligne) ou de Neminyi (2nd ligne), seuls les p<0,10 sont présentés ; [c]n=92 (G1=20, G2=27, G3=21, G4=24) ; [d]n=92(G1=20, G2=27, G3=22, G4=23) ; TMT :Trail Making Test ; MMSE : Mini Mental State Examination ; MoCA : Montreal Cognitive Assessment

Tableau 8 : Résumé des caractéristiques des profils et de la répartition des fractures

	Profil 1	Profil 2	Profil 3	Profil 4
Localisation des fractures	Hanche - Cheville + Humérus ++ Poignet +	Hanche + Cheville ++ Humérus - Poignet +	Hanche ++ Cheville - Humérus+ Poignet +	Hanche - Cheville + Humérus ++ Poignet +
Education	+	++	-	-
Cognition[a]	Normale	Normale	Diminuée[b]	Légèrement diminuée
Peur de tomber	Faible	Faible	Plus élevée	Plus élevée
Polymédication	Peu (<50%)	Peu (<50%)	Beaucoup (>50%)	Beaucoup (>50%)
Autonomie	Très élevée	Très élevée	Elevée	Très élevée
IMC[c]	Surpoids-obésité	Normal	Normal	Surpoids-obésité
DMO[d]	Normale (>-1)	Ostéopénie (entre – 1 et – 2,5)	Ostéopénie mais proche de l'ostéoporose	Normale (>-1)
Tentative de protection lors de la chute	+	+	+	+

-, + et ++ : différence relative du pourcentage de siège de fracture, du niveau d'éducation et du pourcentage de participants ayant tenté de se protéger lors de la chute entre les différents profils ; [a]Regroupe l'ensemble des fonctions cognitives ; [b]Reste tout de même en moyenne au-dessus du score déficitaire ; [c]Indice de masse corporelle moyen, selon les normes de l'OMS,[39] ; [d]Densité minérale osseuse moyenne selon les normes de l'OMS,[38] à noter le pourcentage de patients ostéoporotique se répartit de la manière suivante : P1 et P4 (0%)<P2<P3

Discussion

Les quatre sièges de fracture (hanche, humérus, poignet et cheville) se différencient significativement par le niveau d'éducation, l'IMC, la DMO, la peur de tomber, la tentative de protection lors de la chute et le nombre d'erreurs au TMT B. L'ACP a révélé l'existence de quatre profils distincts. P1 et P4, qui comprennent essentiellement des fractures de l'humérus et peu de fractures de la hanche, ont un IMC et une DMO plus élevés que P2 et P3 qui comprennent, à l'inverse, essentiellement des fractures de la hanche et peu de fractures de l'humérus. P2 et P3 ont un profil anthropométrique similaire (IMC normal) mais P3, qui comprend moins de fractures de la cheville mais plus de fractures de l'humérus et de la hanche que P2, a une fragilité osseuse légèrement plus marquée que P2. P2 a également une meilleure éducation, une meilleure autonomie, moins peur de tomber, une meilleure cognition et est moins polymédiqué que P3. De manière inattendue, on retrouve un pourcentage similaire de fracture du poignet dans chacun des 4 profils (environ 30%).

La comparaison entre les différents sièges de fracture montre que seuls les participants ayant une fracture de la hanche se différencient des autres groupes, et ceci aussi bien pour les caractéristiques générales que cognitives. Leur IMC et leur

DMO sont significativement inférieurs à ceux des patients ayant une fracture de l'humérus et inférieurs (tendance seulement) à ceux des patients ayant une fracture de la cheville, ce qui est en accord avec d'autres études.[5-7,10,40] Le fait que la DMO ait tendance à être plus faible chez les sujets ayant une fracture de la hanche que chez ceux ayant une fracture du poignet est également cohérent avec des données récentes.[40] En revanche, nous ne retrouvons pas un âge plus élevé chez les sujets ayant une fracture de la hanche que chez ceux ayant une fracture du poignet ou de la cheville[7,40] car nous avions sciemment recruté des participants ayant un âge moyen similaire dans chaque groupe de fracture afin de répondre à l'objectif principal de la cohorte. De manière intéressante, cela suggère que les caractéristiques spécifiques du groupe hanche ne seraient pas liées à un âge plus élevé. A notre connaissance, aucune étude n'a comparé la peur de tomber et les fonctions cognitives en fonction du siège des fractures. Dans notre étude, les sujets ayant une fracture de la hanche ont davantage peur de tomber et une tendance à avoir de moins bons scores de fonctions exécutives que les victimes d'une fracture de la cheville, ce qui n'avait jamais été rapporté précédemment. Ceci suggère que ces deux caractéristiques (peur de tomber et altération des fonctions exécutives) pourraient être à l'origine de chutes latérales occasionnant, en association avec un IMC et une DMO faibles, davantage de fractures de la hanche.

Notre ACP montre cependant qu'il n'existe pas de relation entre le siège de la fracture et un profil type et que l'interaction entre certaines caractéristiques jouent un rôle crucial. Ainsi, plus l'IMC est élevé, plus la DMO est élevée, ce qui est en accord avec les données de la littérature.[41] Par ailleurs, un niveau d'éducation faible est associé à un nombre d'erreurs au TMT B et à une peur de tomber élevés, ce qui est également cohérent avec la littérature.[42-45] La peur de tomber pourrait donc être à la fois un prodrome mais également une conséquence de l'altération des fonctions cognitives.[46-48]

Dans les profils ayant un poids supérieur à la normale et une DMO normale (P1 et P4), les fractures de l'humérus sont nombreuses et celles de la hanche sont rares, contrairement aux profils avec un poids normal et une DMO basse (P2 et P3). Ces deux sièges de fractures sont en lien avec des chutes latérales[22,23] pouvant être expliquées par une instabilité posturale chez les individus avec un poids élevé.[49,50] La présence d'un coussin adipeux en regard du trochanter pourrait diminuer le risque de

fracture de la hanche[51] au profit des fractures de l'humérus chez les individus ayant un poids élevé. De plus, une DMO basse semblerait plus fortement associée à un risque de fracture de la hanche que de fractures de l'humérus, ce qui expliquerait le pourcentage plus important de fractures de la hanche chez les individus ayant un poids normal mais une DMO basse (P2 et P3).[5-6] Enfin, chez les individus avec un poids élevé et ayant une DMO normale (P1 et P4), la cognition ne semble pas jouer de rôle sur le siège de la fracture puisque les deux profils sont identiques en termes de répartition des fractures alors que l'un présente un état cognitif légèrement plus faible que l'autre.

Les deux profils ayant une DMO basse et un IMC normal (P2 et P3) présentent également quelques différences. P2, dont la fragilité osseuse est légèrement moins marquée que P3, comprend un pourcentage plus élevé de fractures de la cheville et plus faible de fractures de la hanche et de l'humérus par rapport à P3. Le fait que P3 ait de moins bonnes capacités cognitives que P2, qu'il s'agisse de capacités cognitives globales, exécutives, de mémoire à court terme et de la vitesse de traitement de l'information, pourrait s'expliquer en partie par un moins bon niveau d'éducation. Ainsi, P3, qui contient plus de fractures de l'humérus et de la hanche que P2, se caractérise par de moins bonnes fonctions cognitives, une peur de tomber plus importante et une polymédication plus élevée que P2. La force musculaire et le nombre de psychotropes ne semblent pas jouer de rôle, ni l'autonomie puisque, bien que le score d'IADL soit plus élevé dans P3 que dans P2, il est inférieur à 9 ce qui reflète une autonomie quasiment parfaite (score=8). Comme cela a été observé dans diverses études, les différents facteurs qui différencient P2 de P3 (cognition, polymédication et peur de tomber) sont associés à un ralentissement de la marche, [13-18,20] affectent la mobilité[52,53] et exposent à la chute.[54-57] De moins bonnes fonctions exécutives, notamment induits par certaines polymédications,[52] pourraient empêcher une bonne planification de la chute, ce qui favoriserait la survenue d'une chute latérale et entraînerait davantage de fractures de la hanche et de l'humérus. Ceci semble être vrai en particulier pour les fractures de la hanche puisque P3 où les troubles cognitifs sont les plus sévères parmi les 4 profils, est le profil qui comprend le plus de fractures de la hanche (46%). Cette hypothèse est à confirmer par des investigations visant plus spécifiquement à étudier la direction de la chute en fonction de l'état cognitif, ce qui permettrait de mieux comprendre l'influence de la cognition sur le siège de la fracture.

Enfin, bien que les participants ayant tenté de se protéger lors de la chute se soient significativement plus fracturé le poignet, en accord avec des données de la littérature,[23] ils se répartissent uniformément entre les quatre profils. Contrairement à notre attente, le fait qu'ils ne soient pas moins nombreux dans P3 où les troubles cognitifs sont les plus marqués, pourrait être dû au fait que notre population avait globalement de bonnes fonctions cognitives, comme en témoigne un MMSE moyen à 27,4 pour l'ensemble des sujets (annexe 1). Ces données seraient donc à confirmer sur une population plus hétérogène sur le plan cognitif.

Notre étude comporte plusieurs points forts. Elle est, à notre connaissance, la première à s'intéresser au siège des fractures en fonction du profil des participants. L'ACP nous a permis d'étudier les interactions entre les différentes données puis de créer des profils de patients. La prise en compte de la cognition globale mais également des sous-domaines cognitifs est une autre force de notre étude car elle nous a permis de mettre en évidence quelles capacités cognitives spécifiques semblaient jouer un rôle dans le siège des fractures ce qui pourra guider de futures études sur le sujet.

Il y a également quelques limites à notre étude. Etant transversale, elle ne permet pas d'établir de lien de causalité entre les différents paramètres étudiés. Nos différents groupes sont composés d'un faible nombre de participants ce qui a pu diminuer la puissance de l'étude. L'indice KMO de notre ACP est égal à 0,46 ce qui est peu satisfaisant pour factoriser les variables car les corrélations risqueraient d'être faibles.[58] Cependant, plusieurs variables par composantes avaient une corrélation supérieure à 0,50 et le test de sphéricité de Bartlett était inférieur à 0,001 ce qui signifie que les variables avaient un degré d'interrelations adéquate pour réaliser une ACP.[59] Nous avons réalisé de nombreux tests statistiques, ce qui malgré les corrections pour comparaisons multiples réalisées aussi bien en AP qu'en ANP, augmente le risque de tests significatifs résultant du hasard. Notre étude comporte un biais de sélection pour l'âge. Pour répondre à l'objectif principal de la cohorte « Chute, Fracture, Cognition » autant de participants de moins et plus de 75 ans étaient nécessaires par groupe. Néanmoins, ce biais a permis de montrer que les différences observées entre les sièges de fracture et entre les différents profils sont indépendant de l'âge des seniors. Des participants ont été exclus des comparaisons par profil, notamment pour des données manquantes concernant les tests cognitifs, parfois en lien avec une fatigue au cours de la batterie de tests. Nous pouvons supposer que la prise en compte de

ces sujets aurait accentué les différences cognitives entre les profils d'autant que 6 participants sur les 13 avaient été victimes d'une fracture de la hanche. Enfin, nos participants sont des femmes globalement en très bon état général et nos résultats ne peuvent donc pas être généralisés à l'ensemble de la population.

Malgré ces limites, notre étude confirme certaines données précédemment rapportées en ce qui concerne les relations entre IMC, DMO et le siège des fractures. Elle met en outre en lumière des résultats innovants concernant l'existence de profils liés à la combinaison de quelques caractéristiques principales, dont l'état cognitif des fracturés encore jamais étudié à ce jour. Ces résultats mériteraient toutefois d'être confirmés et affinés par une étude prospective avec un nombre plus important de sujets et une plus grande hétérogénéité de la population en ce qui concerne l'état cognitif et l'âge. Il serait également intéressant d'étudier plus en détails le type de chute (direction, mécanisme, contrôle) et la vitesse de marche dans ces futures études. Une meilleure compréhension du type de chute permettrait d'optimiser la prévention des fractures en l'adaptant à chaque individu en fonction de son profil.

Conclusion

Il ne semble pas exister un profil type caractérisant le siège des fractures post-chutes, mais plutôt plusieurs profils pour des sièges de fracture identiques. Les profils se distinguent essentiellement par des caractéristiques anthropométriques, osseuses, cognitives, mais également par la polymédication et la peur de tomber.

Bibliographie

1. International Osteoporosis Foundation. Os brisés, vies brisées: une feuille de route pour résoudre la crise des fractures de fragilité en France [Internet]. IOF. 2018 [cité 24 mai 2020]. Disponible sur: https://www.iofbonehealth.org/broken-bones-broken-lives

2. Thélot B, Lasbeur L, Pédrono G. La surveillance épidémiologique des chutes chez les personnes âgées [Internet]. Santé Publique France. 2017 [cité 24 mai 2020]. Disponible sur: https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/ traumatismes/chute/documents/article/la-surveillance-epidemiologique-des-chutes-chez-les-personnes-agees

3. Cooper C, Atkinson EJ, O'Fallon WM, Melton JL. Incidence of Clinically Diagnosed Vertebral Fractures: A Population-Based Study in Rochester, Minnesota, 1985-1989. J Bone Miner Res. 2009;7(2):221-7.

4. Briot K, Roux C, Thomas T, Blain H, Buchon D, Chapurlat R, et al. 2018 update of French recommendations on the management of postmenopausal osteoporosis. Joint Bone Spine. 2018;85(5):519-30.

5. Dargent-Molina P, Favier F, Grandjean H, Baudoin C, Schott A, Hausherr E, et al. Fall-related factors and risk of hip fracture: the EPIDOS prospective study. Lancet. 1996;348(9021):145-9.

6. Lee SH, Dargent-Molina P, Bréart G. Risk Factors for Fractures of the Proximal Humerus: Results From the EPIDOS Prospective Study. J Bone Miner Res. 2002;17(5):817-25.

7. Lacombe J, Cairns BJ, Green J, Reeves GK, Beral V, Armstrong ME. The Effects of Age, Adiposity, and Physical Activity on the Risk of Seven Site-Specific Fractures in Postmenopausal Women. J Bone Miner Res. 2016;31(8):1559-68.

8. Seeley DG, Kelsey J, Jergas M, Nevitt MC. Predictors of ankle and foot fractures in older women. J Bone Miner Res. 2009;11(9):1347-55.

9. Lee D-O, Kim J-H, Yoo B-C, Yoo J-H. Is osteoporosis a risk factor for ankle fracture?: Comparison of bone mineral density between ankle fracture and control groups. Osteoporos Sarcopenia. 2017;3(4):192-4.

10. So E, Rushing CJ, Simon JE, Goss DA, Prissel MA, Berlet GC. Association Between Bone Mineral Density and Elderly Ankle Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Foot Ankle Surg S106725162030096X [à paraître]. 2020 : [9 pages]. Disponible sur: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S106725162030096X

11. Cummings SR, Nevitt MC. A HYPOTHESIS: The Causes of Hip Fractures. J Gerontol. 1989;44(4):M107-11.

12. Smeesters C, Hayes WC, McMahon TA. Disturbance type and gait speed affect fall direction and impact location. J Biomech. 2001;34(3):309-17.

13. Beauchet O, Blumen HM, Callisaya ML, De Cock A-M, Kressig RW, Srikanth V, et al. Spatiotemporal Gait Characteristics Associated with Cognitive Impairment: A Multicenter Cross-Sectional Study, the Intercontinental « Gait, Cognition & Decline » Initiative. Curr Alzheimer Res. 2018;15(3):273-82.

14. Ble A, Volpato S, Zuliani G, Guralnik JM, Bandinelli S, Lauretani F, et al. Executive function correlates with walking speed in older persons: the InCHIANTI study: executive function is associated with walking speed. J Am Geriatr Soc. 2005;53(3):410-5.

15. Watson NL, Rosano C, Boudreau RM, Simonsick EM, Ferrucci L, Sutton-Tyrrell K, et al. Executive Function, Memory, and Gait Speed Decline in Well-Functioning Older Adults. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2010;65A(10):1093-100.

16. Martin KL, Blizzard L, Wood AG, Srikanth V, Thomson R, Sanders LM, et al. Cognitive Function, Gait, and Gait Variability in Older People: A Population-Based Study. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2013;68(6):726-32.

17. Chamberlin ME, Fulwider BD, Sanders SL, Medeiros JM. Does Fear of Falling Influence Spatial and Temporal Gait Parameters in Elderly Persons Beyond Changes Associated With Normal Aging? J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2005;60(9):1163-7.

18. Makino K, Makizako H, Doi T, Tsutsumimoto K, Hotta R, Nakakubo S, et al. Fear of falling and gait parameters in older adults with and without fall history. Geriatr Gerontol Int. 2017;17(12):2455-9.

19. Alley DE, Shardell MD, Peters KW, McLean RR, Dam T-TL, Kenny AM, et al. Grip Strength Cutpoints for the Identification of Clinically Relevant Weakness. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2014;69(5):559-66.

20. Montero-Odasso M, Sarquis-Adamson Y, Song HY, Bray NW, Pieruccini-Faria F, Speechley M. Polypharmacy, Gait Performance, and Falls in Community-Dwelling Older Adults. Results from the Gait and Brain Study: Polypharmacy, Gait, and Falls in Older Adults. J Am Geriatr Soc. 2019;67(6):1182-8.

21. Donoghue OA, O'Hare C, King-Kallimanis B, Kenny RA. Antidepressants are Independently Associated with Gait Deficits in Single and Dual Task Conditions. Am J Geriatr Psychiatry. 2015;23(2):189-99.

22. Nevitt MC, Cummings SR, Study of Osteoporotic Fractures Research Group. Type of Fall and Risk of Hip and Wrist Fractures: The Study of Osteoporotic Fractures. J Am Geriatr Soc. 1993;41(11):1226-34.

23. Palvanen M, Kannus P, Parkkari J, Pitkäjärvi T, Pasanen M, Vuori I, et al. The Injury Mechanisms of Osteoporotic Upper Extremity Fractures Among Older Adults: A Controlled Study of 287 Consecutive Patients and Their 108 Controls. Osteoporos Int. 2000;11(10):822-31.

24. Montgomery SA, Åsberg M. A New Depression Scale Designed to be Sensitive to Change. Br J Psychiatry. 1979;134(4):382-9.

25. Masnoon N, Shakib S, Kalisch-Ellett L, Caughey GE. What is polypharmacy? A systematic review of definitions. BMC Geriatr. 2017;17(1):230.

26. Kaplan MH, Feinstein AR. The importance of classifying initial co-morbidity in evaluating the outcome of diabetes mellitus. Journal of Chronic Diseases. 1974;27(7-8):387-404.

27. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. “Mini-mental state”. J Psychiatr Res. 1975;12(3):189-98.

28. Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, Charbonneau S, Whitehead V, Collin I, et al. The Montreal Cognitive Assessment, Moca: A Brief Screening Tool for Mild Cognitive Impairment: Moca: A Brief Screening Tool for Mci. J Am Geriatr Soc. 2005;53(4):695-9.

29. Kalafat M, Hugonot-Diener L, Poitrenaud J. Standardisation Et Etalonnage Français Du « Mini Mental State» (MMS), Version Greco. Rev de Neuropsychol. 2003;13(2):209-36.

30. Zazzo R. Test des deux barrages. Actualités pédagogiques et psychologiques. Delachaux et Niestlé. Vol. 7. Neuchatel; 1974.

31. Reitan RM. Validity of the trail making test as an indicator of organic brain damage. Percept Mot Skills. 1958;8(3):271-6.

32. Senior G, Piovesana A, Beaumont P. Discrepancy analysis and Australian norms for the Trail Making Test. The Clinical Neuropsychologist. 2018;32(3):510-23.

33. Wechsler D. Wechsler Adult Intelligence Scale-Third Edition. The Psychological Corporation Limited. London; 1997.

34. Rey A. L'examen psychologique dans les cas d'encephalopathie traumatique. Archives of Psychology. Vol. 28. Chicago; 1942.

35. Sánchez-Cubillo I, Periáñez JA, Adrover-Roig D, Rodríguez-Sánchez JM, Ríos-Lago M, Tirapu J, et al. Construct validity of the Trail Making Test: Role of task-switching, working memory, inhibition/interference control, and visuomotor abilities. J Int Neuropsychol Soc. 2009;15(3):438-50.

36. Lawton MP, Brody EM. Assessment of Older People: Self-Maintaining and Instrumental Activities of Daily Living. Gerontologist. 1969;9(3):179-86.

37. Powell LE, Myers AM. The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 1995;50A(1):M28-34.

38. Kanis JA. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: Synopsis of a WHO report. Osteoporosis Int. 1994;4(6):368-81.

39. World Health Organization. The use and interpretation of anthropometry. WHO Technical Report Series [Internet]. Geneva; 1995 [cité 24 mai 2020]. Report No.: 854. Disponible sur: https://www.who.int/childgrowth/publications/ physical status/en/

40. Borgen TT, Bjørnerem A, Solberg LB, Andreasen C, Brunborg C, Stenbro M, et al. Post-fracture Risk Assessment: Target the Centrally Sited Fractures First! A Substudy of NoFRACT. J Bone Miner Res. 2019;34(11):2036-44.

41. Qiao D, Li Y, Liu X, Zhang X, Qian X, Zhang H, et al. Association of obesity with bone mineral density and osteoporosis in adults: a systematic review and meta-analysis. Public Health. 2020;180:22-8.

42. Lipnicki DM, Makkar SR, Crawford JD, Thalamuthu A, Kochan NA, Lima-Costa MF, et al. Determinants of cognitive performance and decline in 20 diverse ethno-regional groups: A COSMIC collaboration cohort study. PLoS Med. 2019;16(7):e1002853.

43. Manly JJ, Smith C, Crystal HA, Richardson J, Golub ET, Greenblatt R, et al. Relationship of ethnicity, age, education, and reading level to speed and executive function among HIV+ and HIV– women: The Women's Interagency HIV Study (WIHS) Neurocognitive Substudy. J Clin Exp Neuropsychol. 2011;33(8):853-63.

44. Curcio C-L, Wu YY, Vafaei A, Barbosa JF de S, Guerra R, Guralnik J, et al. A Regression Tree for Identifying Risk Factors for Fear of Falling: The International Mobility in Aging Study (IMIAS). J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2020;75(1):181-8.

45. Park J-I, Yang J-C, Chung S. Risk Factors Associated with the Fear of Falling in Community-Living Elderly People in Korea: Role of Psychological Factors. Psychiatry Investig. 2017;14(6):894.

46. Peeters G, Leahy S, Kennelly S, Kenny RA. Is Fear of Falling Associated With Decline in Global Cognitive Functioning in Older Adults: Findings From the Irish Longitudinal Study on Ageing. J Am Med Dir Assoc. 2018;19(3):248-254.e3.

47. Peeters G, Feeney J, Carey D, Kennelly S, Kenny RA. Fear of falling: A manifestation of executive dysfunction? Int J Geriatr Psychiatry. 2019;34(8):1275-82.

48. Uemura K, Shimada H, Makizako H, Doi T, Tsutsumimoto K, Lee S, et al. Effects of Mild Cognitive Impairment on the Development of Fear of Falling in Older Adults: A Prospective Cohort Study. J Am Med Dir Assoc. déc 2015;16(12):1104.e9-1104.e13.

49. Lockhart TE, Frames CW, Soangra R, Lieberman A. Effects of Obesity and Fall Risk on Gait and Posture of Community-Dwelling Older Adults. Int J Progn Health Manag. 2019;10(1):019.

50. Dutil M, Handrigan GA, Corbeil P, Cantin V, Simoneau M, Teasdale N, et al. The impact of obesity on balance control in community-dwelling older women. AGE. 2013;35(3):883-90.

51. Dufour AB, Roberts B, Broe KE, Kiel DP, Bouxsein ML, Hannan MT. The factor-of-risk biomechanical approach predicts hip fracture in men and women: the Framingham Study. Osteoporos Int. 2012;23(2):513-20.

52. Loggia G, Attoh-Mensah E, Pothier K, Morello R, Lescure P, Bocca M-L, et al. Psychotropic Polypharmacy in Adults 55 Years or Older: A Risk for Impaired Global Cognition, Executive Function, and Mobility. Front Pharmacol. 30 janv 2020;10:1659.

53. Langeard A, Pothier K, Morello R, Lelong-Boulouard V, Lescure P, Bocca M-L, et al. Polypharmacy Cut-Off for Gait and Cognitive Impairments. Front Pharmacol. 2016;7:296.

54. Rouzi AA, Ardawi M-SM, Qari MH, Bahksh TM, Raddadi RM, Ali AY, et al. Risk factors for falls in a longitudinal cohort study of Saudi postmenopausal women: the Center of Excellence for Osteoporosis Research Study. Menopause. 2015;22(9):1012-20.

55. Anstey KJ, Von Sanden C, Luszcz MA. An 8-year prospective study of the relationship between cognitive performance and falling in very old adults: cognition and cognitive decline predict falling. J Am Geriatr Soc. 2006;54(8):1169-76.

56. Deandrea S, Lucenteforte E, Bravi F, Foschi R, La Vecchia C, Negri E. Risk Factors for Falls in Community-dwelling Older People: A Systematic Review and Meta-analysis. Epidemiology. 2010;21(5):658-68.

57. Dhalwani NN, Fahami R, Sathanapally H, Seidu S, Davies MJ, Khunti K. Association between polypharmacy and falls in older adults: a longitudinal study from England. BMJ Open. 2017;7(10):e016358.

58. Kaiser HF, Rice J. Little Jiffy, Mark Iv. Educ Psychol Meas. 1974;34(1):111-7.

59. Bartlett MS. Tests of Significance in Factor Analysis. Br J Stat Psychol. 1950;3(2):77-85.

Annexes

Annexe 1 : Caractéristiques des participants inclus dans l'étude (n=106)

Annexe 2 : Caractéristiques des participants inclus dans l'ACP (n=93)

Annexe 1 : Caractéristiques des participants inclus dans l'étude (n=106)

	Moyenne (écart-type)	Médiane (Q1-Q3)	n (%)
Age (années)	71,0 (9,4)	70,5 (63,0-79,0)	-
Education (nombre d'années d'études)	11,2 (3,3)	11,0 (9,0-12,3)	-
IMC (kg/m²)	26,6 (5,3)	25,4 (22,8-30,0)	-
Polymédication, n(%)	-	-	58 (54,7)
Psychotropes (nombre)	0,8 (1,1)	0,0 (0,0-1,0)	-
Comorbidités (nombre)	1,6 (1,3)	1,0 (1,0-2,3)	-
IADL (score)	8,4 (1,2)	8,0 (8,0-8,0)	-
ABC-s(score)[a]	113,1 (31,4)	119,3 (90,3-139,5)	-
Force de préhension manuelle (kg)[b]	18,4 (5,2)	17,6 (14,2-21,4)	-
Protection lors de la chute, oui n(%)[c]	-	-	42 (42,9)
DMO (T-score)[d]	-1,4 (1,1)	-1,4 (-2,0- -0,7)	-
Ostéoporose[d]	-	-	16 (15,8)
MMSE (score)	27,4 (2,5)	28,0 (26,0-29,0)	-
MMSE déficitaire, n(%)	-	-	11 (10,4)
MoCA (score)	26,0 (3,7)	27,0 (24,0-29,0)	-
MoCA déficitaire, n(%)	-	-	36 (34,0)
Test de Zazzo, durée (sec)[e]	140,4 (50,9)	129,0 (103,5-156,0)	-
TMT A, durée (sec)[f]	43,3 (22,7)	37,2 (29,0-50,0)	-
TMT A, durée déficitaire, n(%)[f]	-	-	23 (22,1)
Test de Zazzo, omission (nombre)[e]	2,8 (3,9)	2,0 (1,0-4,0)	-
Test de Zazzo, réponse correcte (nombre)[e]	37,1 (3,9)	38,0 (36,0-39,0)	-
Empan endroit (nombre)[f]	7,5 (2,0)	7,0 (6,0-9,0)	-
Empan envers[f]	4,9 (1,8)	5,0 (4,0-6,0)	-
Figure de Rey, rappel (score)[g]	13,6 (5,6)	13,0 (10,5-18,0)	-
TMT B, erreur (nombre)[i]	0,7 (1,2)	0,0 (0,0-1,0)	-
TMT B, durée (sec)[k]	105,1 (70,9)	88,0 (67,1-118,5)	-
TMT B, durée déficitaire, n(%)[k]	-	-	19 (19,8)
TMT B-A, différence déficitaire n(%)[k]	-	-	15 (15,6)
Figure de Rey, type de copie (score)[f]	2,5 (1,3)	2,0 (1,0-4,0)	-

[a]n=104 , [b]n=103 , [c]n=98, [d]n=101, [e]n=102, [f]n=104 , [g]n=103 , [i]n=97, [k]n=96 ; IADL : Instrumental Activities of Daily Living ; IMC : Indice de Masse Corporelle ; DMO : Densité minérale osseuse ; TMT : Trail Making Test ; ABC-s : Activities-specific Balance Confidence Scale ; MMSE : Mini Mental State Examination ; MoCA : Montreal Cognitive Assessment

Annexe 2 : Caractéristiques des participants inclus dans l'ACP (n=93)

	Moyenne (écart-type)	Médiane (Q1-Q3)	n (%)
Age (années)	69,7 (9,1)	68,0 (63,0-77,0)	-
Education (nombre d'années d'étude)	11,3 (3,4)	11,0 (9,0-13,0)	-
IMC (kg/m²)	26,7 (5,4)	25,4 (22,6-30,0)	-
Polymédication, n(%)	-	-	47 (50,5)
Psychotropes (nombre)	0,7 (1,0)	0,0 (0,0-1,0)	-
Comorbidités (nombre)	1,5 (1,3)	1,0 (0,5-2,0)	-
IADL (score)	8,3 (0,8)	8,0 (8,0-8,0)	-
ABC-s (score)	115,0 (30,7)	120,2 (91,6-140,0)	-
Force de préhension manuelle (kg)[a]	18,8 (5,3)	18,6 (14,5-22,3)	-
Protection lors la chute, oui n(%)[b]	-	-	38 (43,7)
DMO (T-score)	-1,4 (1,1)	-1,4 (-1,9- -0,7)	-
Ostéoporose	-	-	14 (15,1)
MMSE (score)	27,8 (2,2)	29,0 (27,0-29,0)	-
MMSE déficitaire, n(%)	-	-	7 (7,5)
MoCA (score)	26,7 (3,2)	27,0 (25,0-29,0)	-
MoCA déficitaire, n(%)	-	-	26 (28,0)
Test de Zazzo, durée (sec)	134,8 (44,6)	128,0 (101,0-155,0)	-
TMT A, durée (sec)	40,3 (17,1)	36,0 (29,0-47,5)	-
TMT A, durée déficitaire, n(%)	-	-	16 (17,2)
Test de Zazzo, omissions (nombre)	2,6 (3,0)	2,0 (1,0-4,0)	-
Test de Zazzo, réponses correctes (nombre)	37,4 (3,0)	38,0 (36,0-39,0)	-
Empan endroit (nombre)	7,7 (2,0)	7,0 (6,0-9,0)	-
Empan envers	5,1 (1,8)	5,0 (4,0-6,0)	-
Figure de Rey, rappel (score)[c]	14,2 (5,5)	13,0 (11,0-18,9)	-
TMT B, erreurs (nombre)	0,7 (1,2)	0,0 (0,0-1,0)	-
TMT B, durée (sec)[c]	102,7 (68,4)	88,0 (67,1-117,0)	-
TMT B, durée déficitaire, n(%)[c]	-	-	17 (18,5)
TMT B-A, différence déficitaire n(%)[c]	-	-	13 (14,1)
Figure de Rey, type de copie (score)	2,5 (1,3)	2,0 (1,0-4,0)	-

[a]n=90, [b]n=87, [c]n=92; IADL : Instrumental Activities of Daily Living ; IMC : Indice de Masse Corporelle ; DMO : Densité minérale osseuse ; TMT : Trail Making Test ; ABC-s : Activities-specific Balance Confidence Scale ; MMSE : Mini Mental State Examination ; MoCA : Montreal Cognitive Assessment

« Par délibération de son Conseil en date du 10 Novembre 1972, l'Université n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ou mémoires. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs ».

VU, le Président de Thèse

VU, le Doyen de la Faculté

VU et permis d'imprimer
en référence à la délibération
du Conseil d'Université
en date du 14 Décembre 1973

Pour le Président
de l'Université de CAEN et P.O

Le Doyen

ANNEE DE SOUTENANCE : 2020
BAILLET Maëlle

TITRE : Analyse du profil anthropométrique, osseux et cognitif des patients en fonction du siège de la fracture post-chute – Une étude transversale

Introduction : L'indice de masse corporelle (IMC), la densité minérale osseuse (DMO) et l'état cognitif pourraient jouer un rôle dans le siège des fractures. Le but de cette étude était de déterminer si les patients ont un profil anthropométrique, osseux et cognitif particulier en fonction du siège de la fracture post-chute.

Méthodes : 106 femmes âgées de 55 ans et plus, victimes d'une chute avec fracture de la hanche (n=30), de l'humérus (n=28), du poignet (n=32) ou de la cheville (n=16), ont été incluses dans cette étude transversale. L'IMC, la DMO, les fonctions cognitives et plusieurs facteurs de risque de chute, ont été comparés entre ces différents sièges de fracture. Les variables significatives ont été utilisées pour réaliser une analyse en composantes principales (ACP). Une comparaison entre les différents profils identifiés par l'ACP a ensuite été réalisée.

Résultats : Les sièges de fracture se différencient significativement par le niveau d'éducation, l'IMC, la DMO, la peur de tomber, et le nombre d'erreurs au Trail Making Test B. L'ACP a révélé l'existence de 4 profils distincts (nommés P1 à P4). Au contraire de P2 et P3, P1 et P4 comprennent surtout des fractures de l'humérus et peu de fractures de la hanche. Ils ont un IMC et une DMO plus élevés que P2 et P3. P2 comprend plus de fractures de la cheville mais moins de fractures de l'humérus et de la hanche que P3. P2 et P3 ont un IMC similaire mais P2 a une fragilité osseuse moins marquée, une meilleure cognition et moins de risque de chute que P3.

Conclusion : Il ne semble pas exister un profil type caractérisant le siège des fractures post-chutes, mais plutôt plusieurs profils pour des sièges identiques.

MOTS CLES : siège des fractures – chute – ostéoporose – cognition – indice de masse corporelle – peur de tomber

TITLE **:** Analysis of the anthropometric, bony and cognitive profile of patients depending on the fall-related fracture site - A cross-sectional study

Introduction : Body mass index (BMI), bone mineral density (BMD) and cognitive status could play a role in the fracture site. The purpose of this study was to determine whether patients have a particular anthropometric, bony, and also cognitive, profile, depending on the fall-related fracture site.

Methods : 106 women aged 55 and over, who experienced a fall with a fractured hip (n=30), humerus (n=28), wrist (n=32) or ankle (n=16) were included in this cross-sectionnal study. BMI, BMD and cognitive functions, as well as several risk factors for falling, were compared between these different fracture sites. The significant variables were used to perform a principal component analysis (PCA). A comparison was then made between the different profiles identified by the PCA.

Results : The fracture sites differ significantly by their education level, BMI, BMD, fear of falling, and the number of errors in the Trail Making Test B. The PCA revealed the existence of 4 separate profiles (namely P1 to P4). Contrary to P2 and P3, P1 and P4 mainly include humerus fractures and few hip fractures. They have a higher BMI and BMD than P2 and P3. P2 includes more ankle fractures but fewer humerus and hip fractures than P3. P2 and P3 have a similar BMI but P2 has less pronounced bone fragility, better cognition and less risks of falling than P3.

Conclusion : There does not appear to be a typical profile characterizing fall-related fracture sites, but rather several profiles for identical fracture sites.

KEY WORDS : fracture sites - fall - osteoporosis - cognition - body mass index - fear of falling