

UNIVERSITE DE NANTES

FACULTE DE MEDECINE

Année 2017

N° : 205

THESE

pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

(DES de MEDECINE GENERALE)

Par

Marie MATHIEU

Née le 26 septembre 1987 à Tours

Présentée et soutenue publiquement le 29 septembre 2017

**ETUDE DE LA RELATION ENTRE DENSITE MINERALE OSSEUSE,
COMPOSITION CORPORELLE ET NIVEAU D'ACTIVITE PHYSIQUE,
CHEZ DES FEMMES DE PLUS DE 75 ANS**

Présidente : Madame le Professeur Laure DE DECKER

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Gilles BERRUT

Membres du Jury : Monsieur le Professeur Yves MAUGARS
Madame le Docteur Typhaine RIAUDEL

A mon directeur de thèse, Monsieur le Professeur Gilles Berrut.

Merci d'avoir accepté de m'encadrer pour cette thèse. Je n'aurai jamais suffisamment de mots pour vous remercier des conseils que vous m'avez apportés et du partage de votre expertise. Vous m'avez ouvert les portes de la gériatrie et je ne l'oublierai pas.

A Madame le Professeur Laure de Decker.

Merci de m'avoir fait l'honneur de présider mon Jury de thèse. C'est un plaisir de travailler dans votre service de la MAG où je peux bénéficier de votre expérience toute en bienveillance.

A Monsieur le Professeur Yves Maugars.

Merci d'avoir accepté avec tant de générosité d'être membre de mon Jury de thèse et de nous faire l'honneur de partager vos connaissances.

A Madame le Docteur Typhaine Riaudel.

Merci de m'avoir fait l'honneur d'accepter sans aucune hésitation d'être membre de mon Jury. Par ailleurs, je n'oublierai pas le soutien et la gentillesse dont vous avez fait preuve à mon égard.

A Madame le Docteur Muriel Levesque.

Merci d'avoir initié avec beaucoup de rigueur et de sérieux ce travail de recherche. Sans votre investissement, ce projet n'existerait pas.

A Madame le Docteur Pascale Guillot, à Madame Isabelle Cormerais, et à l'ensemble des chargés de recherche.

Je vous remercie chaleureusement pour votre contribution active à ce projet de recherche, et pour le temps et l'attention que vous avez bien voulu me consacrer.

Aux biostatisticiens, Madame Aurélie Le Thuaut et Monsieur Hugo Charles.

Merci d'avoir accompli avec un grand sérieux et beaucoup de patience les analyses statistiques. Merci de m'avoir accordé du temps et de l'énergie.

Aux équipes médicales et paramédicales que j'ai eu l'honneur de côtoyer au cours de mon internat.

Vous avez tous enrichi ma formation, tant sur le plan médical qu'humain.

Je pense avec affection à l'équipe des Soins de suite et l'Unité Cognitivo - Comportementale de la Roche-sur-Yon.

Mais aussi aux soignants exceptionnels de la MPG à l'hôpital Bellier.

REMERCIEMENTS

Et enfin, un très grand merci à la belle équipe de la MAG. De belles rencontres humaines et des médecins de qualité. C'est un plaisir et un honneur de travailler avec vous.

A mes co-internes de cœur, Céline et Virginie.

Plusieurs semestres ensemble et des liens d'amitié qui resteront. Merci à vous.

A mes co-internes du DESC de gériatrie.

Nos semaines de formation, partagées dans de charmantes maisons, furent de beaux moments de détente.

A mes co-internes actuels.

Merci pour votre bonne humeur au quotidien qui a été d'une aide précieuse.

A toutes les personnes que je ne cite pas, mais que je n'oublie pas pour autant.

Aux enseignants de l'ENITIAA et du Master 2 qui m'ont accompagnée dans mon projet de reconversion. A mes directeurs de stage de fin d'étude, Virginie et Lionel, qui ont cru en moi, avec tant de gentillesse. Aux professeurs de l'Université de Nantes qui ont fait preuve d'une attention toute particulière à mon égard.

A mes amis.

De longue date ou plus récents. Loin ou près. Je pense à vous.

A mon grand frère Vincent et à Emilie.

Merci pour notre profonde complicité et tous ces moments partagés qui ont été pour moi d'une importance capitale. Y compris ces parties de jeux et cette folie commune des escape games.

A mes parents.

Merci pour le travail de relecture. Plus important, merci de m'avoir toujours soutenue et accompagnée dans mes choix et projets, même quand ils semblaient un peu fous. Je n'en serais pas là sans vous et ces quelques mots ne seront jamais suffisants pour exprimer toute ma gratitude et mon affection.

A Aurélien.

Mon soutien de tous les instants, même les plus difficiles. Merci de toi, tout simplement.

LISTE DES ABREVIATIONS

ADL : Activities of Daily Living

ANC : Apports Nutritionnels Conseillés

ARA2 : Antagonistes des Récepteurs de l'Angiotensine2

AP : Activité Physique

BIA : BioImpedance Analysis

CB : Circonférence Brachiale

CMB : Circonférence Musculaire Brachiale

CIRS : Cumulative Illness Rating Scale

DHEA : Déhydroepiandrosterone

DEXA : Dual Energy X-Ray Absorptiometry

DMO : Densité Minérale Osseuse

DS : Déviation Standard

GPAQ V2 : Global Physical Activity Questionnaire Version 2

HMB : β -Hydroxy β -MethylButyrate

IADL : Instrumental Activities of Daily Living

IC : Intervalle de Confiance

IGF-1 : Insulin-like Growth Factor-1

IMC : Indice de Masse Corporelle

IMM : Indice de Masse Musculaire

IMS : Index de Masse Musculaire Squelettique

INPES : Institut National de Prévention et d'Education pour la Santé

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

GH : Growth Hormone

MET : Metabolic Equivalents of Task (équivalent métabolique)

MG : Masse Grasse

LISTE DES ABREVIATIONS

MM : Masse Maigre

MNA : Mini Nutritional Assessment

MMT : Masse Musculaire Totale

MO : Masse Osseuse

mTOR : mammalian Target Of Rapamycin

NAP : Niveau d'Activité Physique

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OR : Odds Ratio

PASE : Physical Activity Scale for the Elderly

PCT : Pli Cutané Tricipital

QAPPA : Questionnaire d'Activité Physique pour la Personne Agée

QAPSE : Questionnaire d'Activité Physique de Saint-Etienne

SERM : Modulateurs sélectifs des récepteurs aux oestrogènes

SMB : Surface Musculaire Brachiale

SMBc : Surface Musculaire Brachiale corrigée

SPPB : Short Physical Performance Battery

TDM : Tomodensitométrie

Figure 1 : Représentation schématique de la définition de la sarcopénie selon l'EWGSOP

Figure 2 : Le Short Physical Performance Battery

Tableau 1 : Caractéristiques de la population étudiée

Tableau 2 : Caractéristiques de la population en fonction des 3 groupes de niveau d'activité physique déterminés par le questionnaire de Dijon

Tableau 3 : Résultats des régressions linéaires univariées, dans l'objectif d'expliquer la DMO en fonction des différentes variables

Tableau 4 : Résultats du modèle de régression linéaire multivariée, dans l'objectif d'expliquer la DMO en fonction des différentes variables

Tableau 5 : Prévalences de la sarcopénie, de l'ostéopénie, de l'ostéoporose, et de l'ostéoporose-sarcopénie dans l'ensemble de la population étudiée

Tableau 6 : Prévalences de la sarcopénie, de l'ostéoporose, et de l'ostéoporose-sarcopénie dans les 3 groupes de niveau d'activité physique déterminés par le questionnaire de Dijon

Tableau 7 : Comparaison des moyennes de la vitesse de marche sur 4 mètres et du hand grip en fonction de la présence ou non d'une ostéoporose

Tableau 8 : Comparaison des moyennes de la vitesse de marche sur 4 mètres et du hand grip en fonction de la présence ou non de sarcopénie

Tableau 9 : Comparaison des moyennes de la vitesse de marche sur 4 mètres et du hand grip en fonction de la présence ou non d'une ostéoporose-sarcopénie

Tableau 10 : Prévalences de l'ostéoporose, de la sarcopénie et de l'ostéoporose-sarcopénie en fonction de la durée d'appui unipodal

Tableau 11 : Résultats des régressions linéaires univariées, dans l'objectif d'expliquer le diagnostic d'ostéoporose en fonction des différentes variables

Tableau 12 : Résultats du modèle de régression linéaire multivariée, dans l'objectif d'expliquer le diagnostic d'ostéoporose en fonction des différentes variables

Tableau 13 : Résultats des régressions linéaires univariées, dans l'objectif d'expliquer le diagnostic de sarcopénie en fonction des différentes variables

Introduction.....	1
Position du problème.....	3
I- La composition corporelle.....	3
II- Muscle et avancée en âge	4
1. Modifications de la structure et de la fonction musculaire avec l'âge	4
2. La sarcopénie	5
3. Les conséquences de la sarcopénie.....	14
4. Moyens de lutte contre la sarcopénie.....	14
III- Os et avancée en âge	19
1. Modifications de la masse osseuse avec l'âge	19
2. L'ostéoporose	19
3. Les conséquences de l'ostéoporose.....	23
4. Moyens de prévention et traitements de l'ostéoporose	23
IV- L'activité physique.....	25
1. Définition de l'activité physique.....	25
2. Recommandations en population gériatrique	26
3. Evaluation du niveau d'activité physique.....	28
4. Bénéfices de l'activité physique	29
V- Interactions entre DMO et composition corporelle	31
Matériel et méthode.....	34
I- Justification de l'étude	34
II- Objectifs de l'étude	34
1- Objectif principal	34
2- Objectifs secondaires.....	34
III- Patientes.....	35
IV- Déterminations.....	36
1. L'absorptiométrie biphotonique	36
2. L'hétéro-questionnaire d'activité physique	37
3. Mesure des performances physiques	37
4. Mesures anthropométriques.....	38
5. Sarcopénie en absorptiométrie biphotonique	38
6. Ostéoporose en absorptiométrie biphotonique	39

V- Analyses statistiques	39
1. Recueil et codage des données	39
2. Statistiques	40
Résultats.....	41
I- Description de la population étudiée.....	41
II- Description de la population étudiée en fonction du niveau d'activité physique.....	43
III- Relation entre la DMO et les différents compartiments corporels en fonction du niveau d'activité physique	44
1. En fonction de la MM et de la MG	44
2. Régressions linéaires univariées.....	45
3. Régression linéaire multivariée	46
III- Relation entre niveau d'activité physique et prévalences de l'ostéoporose et de la sarcopénie.....	46
1. Sarcopénie, ostéoporose, ostéopénie sur l'ensemble de la population étudiée	46
2. Sarcopénie, ostéoporose en fonction du niveau d'activité physique	47
IV- Relation entre tests de performances physiques et prévalences de l'ostéoporose et de la sarcopénie	47
1. En fonction de la vitesse de marche et du hand grip	47
2. En fonction de l'appui unipodal.....	49
V- Associations entre ostéoporose/sarcopénie et co-variables.....	49
1. Régressions linéaires univariées et multivariées concernant l'ostéoporose	49
2. Régressions linéaires univariées et multivariées concernant la sarcopénie.....	51
VI- Relation entre la DMO et les différents compartiments corporels en fonction des tests de performances physiques.....	52
1. DMO, MM et tests de performances physiques	52
2. DMO, MG et tests de performances physiques	53
Discussion.....	54
I- Synthèse des principaux résultats.....	54
II- Discussion autour de la méthode et de la population	55
1. Etude de la représentativité de la population.....	55
2. Concernant la méthode	55
III- Discussion autour des résultats	56
1. Description de la population étudiée	56
2. Corrélations entre DMO corps entier, MM/MG et niveau d'activité physique	57

3. Prévalences de l'ostéoporose et de la sarcopénie en fonction du niveau d'activité physique.....	59
4. Associations entre ostéoporose/sarcopénie et co-variables	60
5. Corrélations entre DMO corps entier, MM/MG et tests de performances physiques.....	61
Conclusion	62
Bibliographie.....	63
Annexes.....	72
Annexe 1 : Mini Nutritional Assessment - MNA	72
Annexe 2 : Score d'activité physique de Dijon.....	73
Annexe 3 : Echelle d'autonomie des activités de la vie quotidienne - Indice de Katz - ADL.....	74
Annexe 4 : Echelle des activités instrumentales de la vie quotidienne simplifiée - Test de Lawton - IADL	75
Annexe 5 : Mini Mental State Examination - MMSE.....	76
Annexe 6 : Cumulative Illness Rating Scale - CIRS.....	77

INTRODUCTION

L'avancée en âge est associée à des modifications du système musculo-squelettique, conduisant à une diminution de l'autonomie fonctionnelle. La forme sévère d'altération musculaire, nommée sarcopénie, augmente le risque de chute. Dans un contexte de diminution de la densité minérale osseuse (DMO), appelée ostéoporose, le risque fracturaire est ainsi accentué.

La Haute Autorité de Santé définit classiquement l'ostéoporose par la mesure de la DMO en absorptiométrie biphotonique. Ainsi, tout individu dont la DMO est inférieure à - 2,5 déviation standard (DS) comparativement à la DMO de référence d'un sujet jeune de même sexe, est considéré comme ostéoporotique [1, 2].

Au cours de cette même période de vie s'associe une perte de masse musculaire. Ainsi, il est estimé qu'entre 20 et 80 ans, les muscles squelettiques perdent 50% de leur poids [3]. Les fibres musculaires les plus touchées sont celles impliquées dans les réponses musculaires rapides et les mouvements fins, aboutissant à une perte de force et de puissance avec un retentissement fonctionnel [4]. La diminution progressive et généralisée de la masse, de la force et des fonctions musculaires définit la sarcopénie [5].

Ostéoporose et sarcopénie partagent des conséquences communes. La sarcopénie augmente le risque de chute, ce qui conduira, chez une personne fragile sur le plan osseux, à des fractures graves et à l'entrée dans la dépendance physique avec une perte importante de la qualité de vie et un coût pour la société.

Afin de préserver la mobilité, l'activité physique est indispensable pour à la fois renforcer le capital osseux [6] et préserver masse et fonction musculaire [7], et ainsi limiter le risque de chutes [8, 9].

Le corps humain, dans ses densités, présente trois composantes : la masse maigre, la masse osseuse et la masse grasse. Chez le sujet âgé, les malnutritions sont associées à une dissociation entre la masse maigre et la masse grasse, cette dernière pouvant être préservée ou augmentée. Les prévalences de l'ostéoporose et de la sarcopénie augmentent avec l'âge, pouvant laisser penser qu'il existe une association entre les deux. Mais, à l'heure actuelle, les interactions entre les principaux constituants de la composition corporelle (masse maigre, masse grasse) et la densité osseuse, sont sujettes à controverse [10, 11, 12, 13].

La question se pose de savoir dès lors quelle est la relation entre, d'une part la densité minérale osseuse, et d'autre part la masse maigre et la masse grasse ?

L'objectif du travail de cette thèse est donc d'étudier la relation entre la densité minérale osseuse et la composition corporelle en fonction du niveau d'activité physique, chez des femmes de plus de 75 ans. Notre choix s'est porté sur une population féminine, des différences importantes existant entre hommes et femmes dans ce domaine, et l'évolution de la perte osseuse ayant été plus étudiée chez la femme.

Pour répondre à cet objectif, nous chercherons à positionner le problème ayant conduit à la réalisation de cette étude, dans le cadre d'un travail de bibliographie. Puis, pour répondre à cette problématique, nous développerons les objectifs et la méthode de l'étude observationnelle menée sur des patientes de plus de 75 ans et recrutées à l'hôpital Bellier au CHU de Nantes. Enfin, nous décrirons les résultats, puis la discussion qui en découle.

POSITION DU PROBLEME

I- La composition corporelle

L'étude du corps humain est possible en utilisant le modèle physiologique qui correspond à une analyse de la composition corporelle en compartiments [14] :

- La masse osseuse (MO) : elle reflète la masse minérale de l'organisme, essentiellement composée de calcium.
- La masse grasse (MG) : elle correspond aux triglycérides stockés dans les adipocytes, quelle que soit leur localisation dans l'organisme. Elle est virtuellement dépourvue d'eau.
- La masse maigre (MM) : elle comprend les organes, les muscles et l'eau. Elle peut être divisée en masse cellulaire active (qui correspond aux cellules des organes et des muscles) et en eau extracellulaire (qui correspond au liquide interstitiel et au plasma).

Pour étudier la composition corporelle, il est possible de réaliser des mesures anthropométriques. L'Indice de Masse Corporelle (IMC), la circonférence brachiale (CB) et la mesure du pli cutané tricipital (PCT) apportent des informations sur la masse musculaire et la masse grasse. Cependant, leur précision et leur fiabilité restent insuffisantes [5].

La Tomodensitométrie (TDM) et l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) apportent des mesures de bonne précision, mais leur coût et leur disponibilité réduisent leur utilisation.

L'absorptiométrie biphotonique à rayon X (Dual Energy X-ray Absorptiometry ou DEXA) est actuellement la méthode de référence pour étudier la composition corporelle. Elle permet d'évaluer les trois compartiments corporels grâce au balayage du corps par un faisceau de rayons X à deux niveaux d'énergie [4].

II- Muscle et avancée en âge

Le muscle est un organe contractile intervenant dans les mouvements, la locomotion et l'équilibre. Il représente la première source d'acides aminés de l'organisme (60% des réserves protéiques de l'organisme). Il joue un rôle central dans le maintien de l'équilibre métabolique, dans la réponse immunitaire, et dans l'entretien osseux par la contrainte qu'il exerce sur l'os.

1. Modifications de la structure et de la fonction musculaire avec l'âge

La masse maigre est constituée par la masse musculaire de façon majoritaire, et la masse viscérale. Avec l'avancée en âge, la masse maigre diminue. La masse musculaire est la plus touchée, alors que la masse viscérale change peu [15, 16]. Cette diminution s'explique en partie par un déséquilibre entre synthèse et catabolisme protéique, lié à une carence d'apports, à la sédentarité, ainsi qu'à des modifications hormonales.

Entre 20 et 80 ans, nous estimons que les muscles squelettiques perdent 50% de leur poids. Le pic de masse maigre est atteint entre la trentième et la quarantième année, puis décline progressivement [3]. La masse musculaire, qui représente 45% du poids du corps entre 20 et 30 ans, ne représente plus que 27% du poids corporel à 70 ans.

Une étude américaine, sur 468 sujets âgés de 18 à 88 ans [15], estime dans cet échantillon une perte de masse musculaire de 1,9 kg par décennie chez l'homme, et de 1,1 kg par décennie chez la femme. Le volume musculaire est partiellement compensé par une infiltration graisseuse du tissu musculaire et du tissu conjonctif.

Afin de limiter l'effet cohorte, l'étude *EPIDOS* longitudinale, datant de 2003 [17], a étudié la composition corporelle de femmes âgées de plus de 75 ans. Elle a permis de mettre en évidence un déclin significatif de la masse maigre entre 70 et 85 ans, se modifiant peu au-delà de 85 ans.

Par ailleurs, la masse musculaire squelettique des membres inférieurs diminue plus précocement comparativement aux membres supérieurs [15].

Avec l'âge, un mécanisme de dénervation musculaire se met en place, conduisant à une diminution du nombre d'unités motrices et de motoneurones. Il existe une réduction préférentielle des fibres musculaires de type II, au profit des fibres de type I. Ainsi, après 70 ans, les études histologiques révèlent une diminution du nombre et du diamètre des fibres musculaires de type II d'environ 50% [4].

Les fibres de type I sont des fibres oxydatives à contraction lente, peu sensibles à la fatigue et sollicitées lors des exercices d'endurance. Elles sont de petit diamètre et sont retrouvées préférentiellement au niveau des muscles posturaux.

Les fibres de type II sont impliquées dans les réponses musculaires rapides et les mouvements fins. Leur réduction avec l'âge est à l'origine d'un retentissement plus important sur la puissance et la force musculaire que sur la masse musculaire, avec des conséquences fonctionnelles majeures.

Ainsi, l'étude *Health, aging and body composition* [18], réalisée sur 1880 sujets âgés de 73 ans en moyenne, a montré que la perte de force musculaire pouvait atteindre 12% quand la perte de masse n'était que de 7% environ. Par ailleurs, cette même étude a révélé que la perte de puissance était encore plus importante que la perte de force.

Il existe donc un déclin plus rapide de la force musculaire par rapport à la masse musculaire, ce qui est responsable d'une baisse de la fonctionnalité du muscle.

Même si force et puissance musculaires sont fortement corrélées à la masse musculaire, une masse musculaire identique peut produire des niveaux variables de force et de puissance d'un sujet à l'autre [19].

2. La sarcopénie

Définition et prévalence.

Le concept de sarcopénie a vu le jour en 1997, proposé par Irving Rosenberg. Il désigne alors le « déclin de la structure et de la fonction musculaire chez le sujet âgé ».

En 1998, *Baumgartner et al* [20] ont mesuré en absorptiométrie la masse musculaire squelettique appendiculaire des quatre membres. Ils en ont déduit un Index de Masse musculaire Squelettique (IMS), défini par le rapport :

$$\frac{\text{Masse musculaire des bras en kg} + \text{Masse musculaire des jambes en kg}}{(\text{Taille en mètre})^2}$$

Un score inférieur à 5,45 kg/m² pour les femmes et un score inférieur à 7,26 kg/m² chez les hommes définissaient une sarcopénie.

Ils ont ensuite défini la sarcopénie pour un IMS inférieur à un écart-type par rapport à une population de référence jeune, et la sarcopénie sévère pour un IMS inférieur à deux écart-types.

Selon cette définition, les auteurs ont considéré que la prévalence de la sarcopénie était comprise entre 13 et 24% chez les hommes et femmes de moins de 70 ans, et qu'elle dépassait les 50% après 80 ans.

Selon l'étude *EPIDOS* en 2003 [17], la prévalence de la sarcopénie chez 1321 femmes était estimée à 8,9% entre 76 et 80 ans, et à 10,9% entre 86 et 95 ans.

Cependant, la prévalence de la sarcopénie est difficile à évaluer, car les techniques de son diagnostic sont multiples et la définition reste récente.

Par ailleurs, la définition proposée par *Baumgartner et al* [20] ne s'appuie que sur la masse musculaire, sans prendre en considération la force ou la fonction musculaire. Nous avons pourtant vu précédemment que la force musculaire ne dépend pas uniquement de la masse musculaire et que la relation entre masse et force n'est pas toujours linéaire.

C'est pour cette raison qu'un groupe de travail européen, l'*European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP)* [5], a proposé des recommandations spécifiques pour poser le diagnostic de sarcopénie.

« La sarcopénie est un syndrome associant une diminution progressive et généralisée de la masse, de la force et des performances musculo-squelettiques, qui peut être à l'origine d'incapacités fonctionnelles, de diminution de la qualité de vie et d'une augmentation de la mortalité ».

Dans cette définition, la masse musculaire est évaluée par l'IMS de *Baumgartner et al* [20], la performance musculaire par la vitesse de marche sur 4 mètres, et la force musculaire par la force de préhension manuelle (hand grip) :

- La vitesse de marche sur 4 mètres (Gait Speed) [21] :

Elle permet d'explorer la composante "performance physique " de la sarcopénie.

Une vitesse de marche diminuée est un marqueur précoce de vulnérabilité. De plus, elle est prédictive de la survie chez les personnes âgées de plus de 65 ans. Ainsi, une vitesse inférieure à 0,6 m/s alerte sur un risque de mortalité précoce.

- Evaluation de la force maximale isométrique de préhension (hand grip) [22] :

L'épreuve est réalisée en position assise, coude fléchi à 90°, les épaules relâchées et l'avant-bras en position neutre. Les mesures sont réalisées sur la main dominante, trois fois, et la valeur la plus élevée est retenue.

Les normales sont supérieures à 30 kg chez l'homme et supérieures à 20 kg chez la femme.

Ainsi, à partir de ces déterminants, l'*EWGSOP* [5] propose un algorithme pour identifier la sarcopénie chez les sujets âgés, qui débute par la vitesse de marche sur 4 mètres. La valeur limite choisie est de 0,8 m/s : en dessous de celle-ci, il existe un risque de sarcopénie.

Chez le sujet féminin, la sarcopénie est définie selon le *Consensus Européen* par une vitesse de marche sur 4 mètres inférieure à 0,8 m/s associée à un IMS inférieur à 5,67 kg/m², ou par une vitesse de marche supérieure à 0,8 m/s associé à un test de préhension manuel inférieur à 20 kg ainsi qu'à un IMS inférieur à 5,67 kg/m² (figure 1).

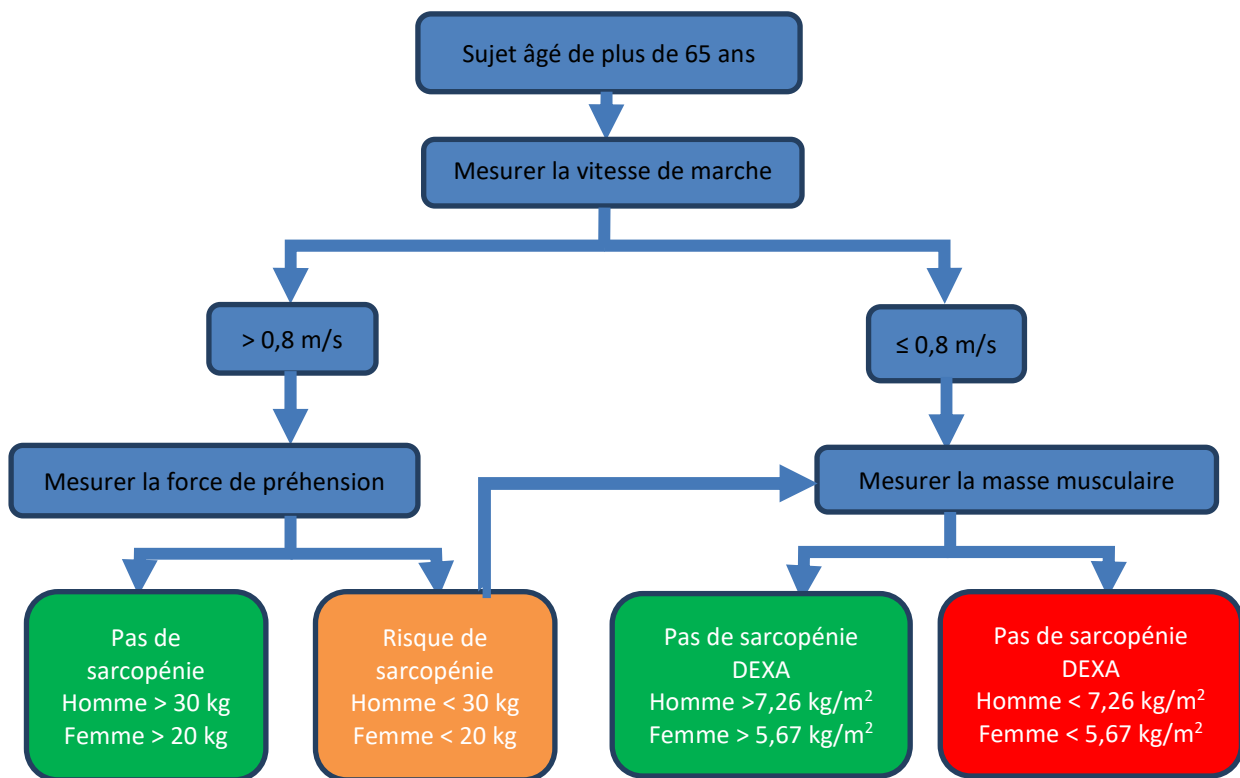


FIGURE 1 : Représentation schématique de la définition de la sarcopénie selon l'EWGSOP

L'EWGSOP [5] distingue trois degrés de sarcopénie :

- La pré-sarcopénie : diminution de la masse musculaire sans perturbation de la force ou des performances.
- La sarcopénie : diminution de la masse musculaire et, soit de la force, soit des performances musculaires.
- La sarcopénie sévère : les trois aspects sont présents, c'est-à-dire diminution de la masse musculaire et diminution sévère de la force et des performances musculaires.

De multiples définitions de la sarcopénie sont proposées en dehors de la définition de l'EWGSOP, comme celle donnée par l'Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS) [23].

D'autres tests pour évaluer les performances musculaires.

(1) Timed Up and Go Test (TUG) [24]

Le sujet, assis sur une chaise à accoudoirs, doit se lever (de préférence sans s'aider des bras). Puis il doit marcher 3 mètres devant lui, jusqu'à un repère. Enfin, il doit se retourner à 180° vers la chaise et revenir s'asseoir.

Ce test doit normalement être réalisé en moins de 14 secondes. Au-delà de 20 secondes, le patient est considéré comme étant à risque de sarcopénie.

(2) Short Physical Performance Battery (SPPB) [25]

Le SPPB (figure 2) est la somme de scores sur 3 critères : le test d'équilibre, le test de vitesse de marche et le test de lever de chaise. Il s'agit du gold-standard gériatrique concernant les tests de performance fonctionnelle.

Chaque épreuve permet d'obtenir un score de performance. L'addition de tous les tests conduit à un score de performance globale.

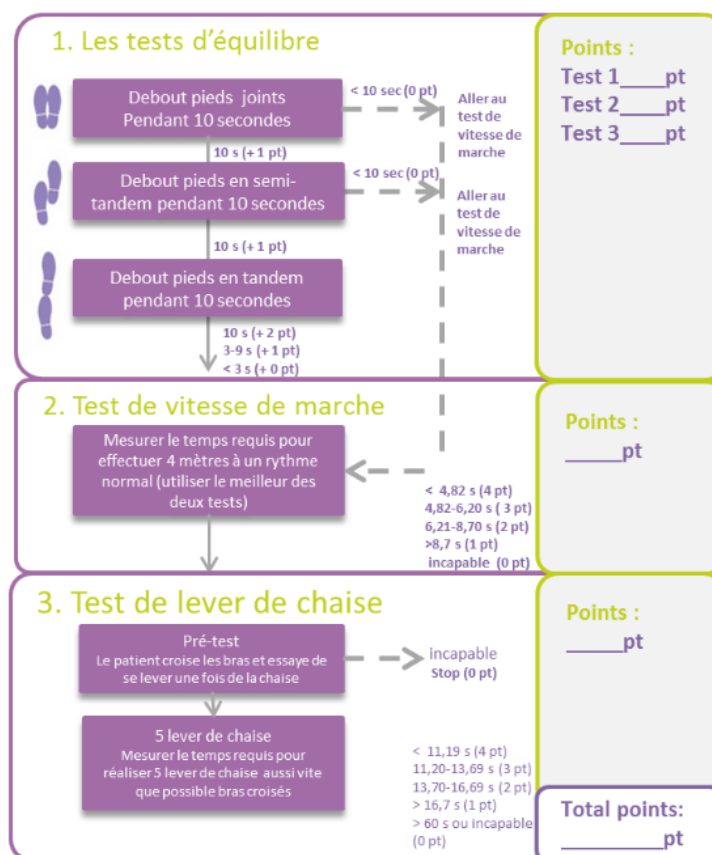


FIGURE 2 : Le Short Physical Performance Battery

Score 0-6 : faible performance. Score 7-9 : performance intermédiaire. Score 10-12 : haute performance.

Si le SPPB est inférieur à 10, le patient est à risque de sarcopénie. Un score inférieur à 8 indique une sarcopénie.

Mesure de la masse musculaire.

Il existe plusieurs possibilités pour faire cette mesure : la DEXA, l'impédancemétrie, la TDM, l'IRM et les mesures anthropométriques.

(1) Anthropométrie

Il faut mesurer la circonférence brachiale (CB en cm), qui correspond à l'évaluation de la masse maigre, ainsi que le pli cutané tricipital (PCT en cm) qui évalue la masse grasse.

On calcule la Circonférence Musculaire Brachiale (CMB) : $CMB (cm) = CB - (3,14 * PCT)$

Puis la Surface Musculaire Brachiale (SMB) : $SMB (cm^2) = \frac{CMB^2}{4*3,14}$

Et la Surface Musculaire Brachiale corrigée (SMBc) :

- Homme : $SMBc (cm^2) = SMB - 10$
- Femme : $SMBc (cm^2) = SMB - 6,5$

Puis la Masse Musculaire Totale : $MMT (kg) = Taille (cm) * (0,0029 * SMBc + 0,0264)$

Enfin, l'Indice de Masse Musculaire : $IMM (kg/m^2) = \frac{MMT (kg)}{(Taille \text{ en mètre})^2}$

Valeurs-seuils :

- Pas de sarcopénie : homme $> 10,76 \text{ kg/m}^2$; femme $> 6,76 \text{ kg/m}^2$
- Sarcopénie modérée : homme $8,51 - 10,75 \text{ kg/m}^2$; femme $5,76 - 6,75 \text{ kg/m}^2$
- Sarcopénie sévère : homme $< 8,5 \text{ kg/m}^2$; femme $< 5,75 \text{ kg/m}^2$

Il existe une autre méthode anthropométrique simple décrite pour dépister une diminution de la masse musculaire et une dénutrition, et non pour poser le diagnostic de sarcopénie [26] : la circonférence du mollet, qui est positivement corrélée à la masse musculaire. Chez la femme âgée, lorsque cette circonférence est inférieure à 30,5 cm, elle est un indicateur de dénutrition mais également d'un risque de sarcopénie.

(2) Impédancemétrie ou BioImpedance Analysis (BIA)

Cette technique est employée en pratique courante par les médecins nutritionnistes et les médecins du sport. Elle a pour atout sa simplicité de réalisation, sa rapidité, son caractère non irradiant et non invasif. Ses limites principales sont les variations selon le modèle de l'appareil utilisé et l'état d'hydratation du patient, le manque de fiabilité chez les patients obèses et l'absence d'évaluation précise de la masse musculaire squelettique.

(3) Imagerie par Résonance Magnétique (IRM)

Elle permet de mesurer la masse musculaire et aussi d'évaluer la qualité du muscle en calculant l'infiltration de la graisse. Cette méthode reste peu utilisée.

(4) Tomodensitométrie (TDM)

La TDM mesure la surface musculaire et la qualité musculaire définie par le degré d'infiltration graisseuse. Mais cet examen conduit à une irradiation importante et ne permet pas de déterminer la masse musculaire globale.

(5) Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA)

Cette méthode est utilisée pour déterminer la densité minérale osseuse dans le cadre du dépistage de l'ostéoporose. Il s'agit d'une technique d'imagerie médicale permettant notamment d'analyser la composition corporelle. C'est la référence pour mesurer la masse maigre. Par contre, elle ne permet pas de prendre en compte l'infiltration graisseuse de la masse musculaire chez les sujets obèses, ce qui est une limite majeure.

Facteurs étiologiques.

La sarcopénie est due à plusieurs facteurs.

Il faut déjà considérer qu'il existe une part de déterminisme génétique puisque 50% de la force musculaire et des performances physiques aux membres inférieurs sont génétiquement déterminées [27].

Il existe également une perte des motoneurones dans les racines antérieures de la moelle épinière, avec une altération de la jonction neuromusculaire. La synthèse des protéines myofibrillaires diminue avec l'âge, et l'ADN mitochondrial se détériore, conduisant à la mort

cellulaire. Les cellules satellites diminuent également en nombre avec l'âge, conduisant à une moins bonne régénération des fibres lésées. L'ensemble de ces modifications entraîne une diminution plus importante des fibres musculaires de type II par rapport au type I [27].

La malnutrition protéino-énergétique est également un facteur étiologique majeur. Elle peut être liée à une alimentation inadéquate, à un jeûne prolongé, mais aussi aux troubles de l'absorption digestive ou aux médicaments anorexigènes [5].

Par ailleurs, la séquestration des acides aminés par le territoire splanchnique est doublée après l'âge de 70 ans [28], acides aminés devenant non disponibles pour la synthèse des protéines. Il existe également un déséquilibre entre les voies de synthèse et de dégradation des protéines (balance azotée), lié entre autres à une perte de l'effet anabolique d'un acide aminé particulier, la leucine. Les personnes âgées présentent en effet une " résistance anabolique ", leurs muscles étant moins sensibles que les adultes plus jeunes aux stimuli anaboliques, tels que l'insuline, les exercices en résistance, la leucine, malgré un apport journalier adéquat en protéines [29].

Les carences en vitamine D conduisent à une réduction de la force musculaire et à une augmentation du risque de chute [30].

La baisse du niveau d'activité physique liée à la sédentarité, à l'alitement ou à la non-récupération complète après un traumatisme plus ou moins important, conduisent à la grabatisation et au déconditionnement [5].

Par ailleurs, les pathologies, telles que les maladies inflammatoires chroniques, les insuffisances d'organe, ou les pathologies cancéreuses, sont responsables d'un hypercatabolisme et d'une baisse d'adaptation à l'effort. Les cytokines et protéines de l'inflammation conduisent à une diminution de la synthèse protéique et à une protéolyse [5].

Plusieurs modifications sur le plan hormonal ont des conséquences. Ainsi, la baisse de la testostéronémie a pour conséquence une baisse de la synthèse protéique musculaire. La diminution de la Growth Hormone (GH) et de l'Insulin-like Growth Factor-1 (IGF-1) provoquent une baisse de la synthèse protéique musculaire. Et la diminution des œstrogènes entraîne une augmentation de la synthèse des cytokines [31, 32].

Les concepts apparentés à la sarcopénie.

(1) La dénutrition protéino-énergétique

La dénutrition résulte d'un déséquilibre entre les apports nutritionnels et les besoins énergétiques. Chez la personne âgée, les besoins protéiques sont rarement couverts, liés entre autres à un défaut d'apport ou aux malabsorptions. Il existe alors un déficit en protéines. A la différence des glucides et des lipides, dont l'organisme possède des réserves mobilisables, une diminution des apports en protéines ne peut être compensée qu'au détriment des muscles. Ainsi, ce déficit en protéines crée des modifications profondes dans la composition corporelle, avec notamment une perte de poids involontaire ainsi qu'une fonte musculaire [3].

Le rapport de la Haute Autorité de Santé (HAS) de 2007 [33] définit la dénutrition protéino-énergétique du sujet âgé de la façon suivante : une perte de poids $> 5\%$ en 1 mois ou $> 10\%$ en 6 mois, ou un IMC $< 21 \text{ kg/m}^2$, ou une albuminémie $< 35 \text{ g/L}$, ou un Mini Nutritional Assessment (MNA) $< 17/30$ (Annexe 1).

La dénutrition sévère est, quant à elle, définie par une perte de poids $> 10\%$ en 1 mois ou $> 15\%$ en 6 mois, ou un IMC $< 18 \text{ kg/m}^2$, ou une albuminémie $< 30 \text{ g/L}$.

La dénutrition peut résulter soit d'apports insuffisants pour couvrir les besoins nutritionnels (malabsorption, baisse des ingesta liée à une baisse d'appétit, à une dépression, à des troubles cognitifs), soit de dépenses énergétiques augmentées au cours d'une pathologie chronique (escarres, insuffisances d'organes, cancer, maladies auto-immunes).

(2) La cachexie

Elle correspond à un syndrome multifactoriel caractérisé par une perte de poids (perte de MM et de MG) et un catabolisme accru en rapport avec une maladie sous-jacente. Contrairement à la sarcopénie, où la masse grasse se maintient voire augmente, MG et MM diminuent conjointement dans la cachexie [34].

(3) La sarcopénie « normo-pondérale » ou l'obésité-sarcopénique

Il s'agit de sujets dont le poids et l'IMC sont situés dans des valeurs normales ou hautes. Pourtant, la mesure des compartiments corporels met en évidence une perte de masse musculaire associée à une infiltration du tissu musculaire par du tissu adipeux, associée à

une augmentation de la masse grasse viscérale [5]. Cette entité est difficile à définir, sans véritable consensus. Dans l'étude *EPIDOS* [35], les performances physiques sont 2 à 3 fois moins importantes chez les sujets obèses et sarcopéniques par rapport aux sujets obèses seuls ou sarcopéniques seuls.

3. Les conséquences de la sarcopénie

La perte de masse musculaire, avec ou sans sarcopénie, se traduit par une augmentation du risque de chutes [36], un handicap fonctionnel, une entrée dans la dépendance physique [18] et une augmentation du risque de mortalité à court terme [37].

Une étude menée par *Ian Janssen* en 2002, réalisée sur 4504 adultes âgés de plus de 60 ans [38], a mis en évidence les conséquences fonctionnelles de la sarcopénie. Ainsi, la diminution de la masse musculaire chez les personnes âgées est significativement et indépendamment associée à une altération fonctionnelle : assurer les tâches ménagères, monter 10 marches, se relever d'une chaise, porter 5 kg, se baisser.

La sarcopénie est reconnue comme étant un facteur central dans la physiopathologie du syndrome de fragilité selon *Fried* [39] chez la personne âgée. Elle apparaît comme un enjeu de santé publique, au regard de l'importance du coût socio-économique qu'elle représente (dépendance fonctionnelle, hospitalisation, institutionnalisation, augmentation des soins).

4. Moyens de lutte contre la sarcopénie

Notre étude originale vise à déterminer s'il existe une relation entre MM et DMO. Dans ce contexte, diminuer le risque de sarcopénie pourrait devenir un axe de recherche thérapeutique visant, par le biais de cette relation, à atténuer la perte de densité osseuse. C'est pourquoi nous présenterons de façon succincte dans ce paragraphe les moyens thérapeutiques existants et les axes de recherche pour prévenir la perte de masse musculaire, voire la sarcopénie.

Ainsi, à la suite de plusieurs travaux dont celui de *Fiatarone* paru en 1994 [40], démontrant que les exercices en résistance peuvent améliorer la force musculaire chez des résidents nonagénaires, de nombreux auteurs s'accordent pour recommander l'exercice et les interventions nutritionnelles pour prévenir ou diminuer la sarcopénie et ses conséquences chez le sujet âgé.

Prévention par la nutrition.

Parmi les nombreux facteurs favorisant la sarcopénie, l'insuffisance en apports protéiques est l'une des rares étiologies potentiellement réversibles.

Ainsi, en France, 15% des sujets de plus de 60 ans consomment moins de 75% des Apports Nutritionnels Conseillés (ANC).

Différents facteurs limitent la biodisponibilité des acides aminés : réduction des apports protéiques, extraction splanchnique élevée, insulino-résistance. Les apports protéiques doivent donc être supérieurs à 0.8 g/kg/jour, recommandés chez l'adulte jeune. Chez la personne de plus de 60 ans, il est alors conseillé d'avoir des apports protéiques de 1 à 1,2 g/kg/jour. On considère même que, chez les personnes âgées ayant une pathologie aiguë ou chronique (telles que BPCO, insuffisance cardiaque, diabète), ces apports doivent être de 1,2 à 1,5 g/kg/jour [41].

Récemment, plusieurs études ont montré que, chez la personne âgée, lorsque 80% de l'apport protéique journalier est ingéré au cours du repas de midi (nutrition protéique pulsée), le gain protéique est meilleur que lorsqu'il est réparti sur quatre repas. Plus l'apparition des acides aminés dans le sang portal est massive et rapide, plus le processus de séquestration splanchnique peut être saturé [42, 43]. Cette nutrition pulsée doit être validée par d'autres études et n'est pour l'instant pas recommandée.

Il faut noter le rôle particulier et important des acides aminés essentiels (ne pouvant être synthétisés par l'organisme) à chaînes ramifiées, que sont la leucine, l'isoleucine et la valine. Ils intensifient la protéosynthèse et inhibent la protéolyse dans le muscle au repos. Et, après un effort prolongé, ils stimulent la régénération du muscle [44]. La leucine apparaît comme étant le plus puissant de ces acides aminés [45]. Elle produit ses effets anaboliques dans le muscle en stimulant la voie de la mTOR (mammalian Target Of Rapamycin) [46]. Les

protéines du petit-lait, ou lactosérum, sont l'une des sources les plus riches en ces trois variétés d'acides aminés [47].

D'autre part, chez les personnes âgées, la consommation de protéines à vitesse de digestion rapide, comme le lactosérum, se révèle plus bénéfique pour l'accroissement de la masse musculaire.

Par ailleurs, il a été montré que la vitamine D joue un rôle dans le développement et la préservation de la masse musculaire, ainsi que dans son bon fonctionnement. En effet, des récepteurs de la vitamine D sont présents au niveau des muscles.

L'étude *PROVIDE* [48] a démontré en 2015 que la supplémentation en protéines associées à de la vitamine D augmente la masse musculaire chez les personnes âgées présentant une sarcopénie. La supplémentation en vitamine D de personnes carencées augmente la force musculaire et diminue les chutes [49, 50]. Un apport en vitamine D à hauteur de 800 à 1000 UI/jour est donc recommandé. C'est l'une des options thérapeutiques les plus pertinentes dans un contexte de sarcopénie, associée à un apport de protéines en quantité satisfaisante. Il faut veiller à avoir une concentration sérique en 25 OH-Vitamine D > 50 nmol/L [51].

D'autres perspectives nutritionnelles :

(1) β -Hydroxy β -MethylButyrate (HMB)

L'HMB est un métabolite de la leucine. Dans une étude de *Kim et al* en 2012 [52], il a été montré que son administration pendant 8 à 24 semaines contre placebo ne change pas la force musculaire, mais augmente significativement la masse musculaire et accélère la vitesse de marche chez des femmes âgées japonaises.

(2) L-Citrulline

La supplémentation en L-citrulline serait un activateur de la synthèse protéique musculaire via la voie de la mTOR [53].

(3) Créatine

Des études suggèrent un bénéfice à utiliser la créatine en plus de l'exercice physique chez les patients sarcopéniques [54]. Mais d'autres études sur le long terme seraient nécessaires pour affirmer ce rôle.

Prévention par l'activité physique.

L'activité physique est indispensable à l'anabolisme protéique, mais difficile à instituer et à maintenir au long cours. Cette activité physique doit être modérée mais régulière et adaptée, dans le long terme. Les exercices de résistance (20 à 30 min 2 à 3 fois par semaine) augmentent notablement la masse et plus sensiblement la force musculaire et les performances physiques [55].

L'efficacité et les résultats de ce type d'exercice dépendent de facteurs tels que l'intensité, le volume d'entraînement (répétitions), la fréquence et le type d'exercices. L'exercice contre résistance permet d'induire une hypertrophie musculaire et d'améliorer la force et les fonctions musculaires. Ses effets ont été démontrés dans une revue de 2010 portant sur 47 études [56].

Il faut idéalement associer à ce type d'activité des exercices en aérobie (endurance). En effet, cette forme d'exercice a démontré son efficacité à augmenter la synthèse protéique [57], en améliorant la bioénergétique mitochondriale et la sensibilité à l'insuline, et en diminuant le stress oxydatif.

Les exercices de résistance prolongés et isolés augmentent notablement la masse, et plus encore la force musculaire. Ces types d'exercices sont d'autant plus bénéfiques avec l'avancée en âge. Et ils améliorent rapidement la qualité musculaire, mais n'augmentent que tardivement la masse.

Les activités physiques d'endurance augmentent la synthèse des protéines musculaires, mais contribuent peu à l'accroissement de la force musculaire. Néanmoins, elles permettent d'augmenter les capacités respiratoires, l'adaptation musculaire, et participent à l'amélioration de l'équilibre, de l'appétit et de nombreux facteurs de risque associés à l'âge.

Effet synergique de l'activité physique et des actions nutritionnelles.

La combinaison d'exercices de résistance et de supplémentation nutritionnelle (protéines et acides aminés) présente plus d'effets favorables. Elle conduit à une nette augmentation de la force musculaire, à une amélioration de la pratique des activités de la vie quotidienne et à une réduction de la perte de masse osseuse [58]. Pour une synergie optimale, les protéines doivent être consommées à la suite de l'exercice physique, dans les 3 heures au plus tard.

Une méta-analyse de 2012, sur 22 études interventionnelles, comparant l'effet d'un exercice physique en résistance associé à une supplémentation en protéines (majoritairement sous forme de protéines laitières) ou à un placebo, sur 6 à 24 semaines, a montré un gain de masse musculaire de 0,8 kg chez les moins de 50 ans, et de 0,5 kg au-delà de 50 ans, accompagné d'une amélioration de la force musculaire [59].

Quelques perspectives médicamenteuses.

A l'heure actuelle, les investissements en recherche clinique sont majoritairement tournés vers l'étude des anticorps anti-myostatine [60]. La myostatine est une protéine, membre de la superfamille des TGF bêta, qui se fixe sur un récepteur actif à la surface des cellules musculaires et inhibe alors la synthèse des protéines musculaires par le biais de la voie AKT-mTOR. Antagoniser son action permettrait, sous réserve d'apports protéiques suffisants, de favoriser la voie anabolisante par l'intermédiaire d'une action spécifique sur le métabolisme musculaire.

Cinq hormones anabolisantes pourraient être des candidates potentielles dans le traitement de la sarcopénie : la testostérone ; la déhydroepiandrostérone (DHEA) ; les oestrogènes ; l'hormone de croissance ; la ghréline (hormone produite par le fundus gastrique, qui augmente la libération de l'hormone de croissance, stimule l'appétit et la mémoire). Elles ont toutes des effets anaboliques évidents et ont été évaluées dans la sarcopénie. Mais leurs effets secondaires ne sont pas négligeables, comme par exemple la testostérone qui accroît les risques cardiovasculaires la première année du traitement [61].

Le système rénine-angiotensine aurait un rôle potentiel dans le remodelage musculaire et les Inhibiteurs de l'Enzyme de Conversion (IEC) pourraient limiter la sarcopénie [62]. De la même façon, les Antagonistes des Récepteurs de l'Angiotensine 2 (ARA2) ont donné des

résultats intéressants sur le remodelage musculaire dans le cadre d'études expérimentales animales [63]. Utilisés en clinique dans les dystrophies musculaires, ces traitements semblent bénéfiques.

III- Os et avancée en âge

1. Modifications de la masse osseuse avec l'âge

La masse osseuse diminue avec l'âge, en raison d'un déséquilibre entre la formation et la résorption osseuse, ce qui aboutit à une fragilisation de l'os avec la survenue de fractures ostéoporotiques [3]. Le pic de masse osseuse est atteint vers l'âge de 20 ans. A partir de 40 ans, chez l'homme, il existe une perte de 0,5 à 1% de masse osseuse par an. Chez la femme, la décroissance est rapide, de 3 à 5% par an lors des trois années suivant la ménopause, puis de 1 à 2% par an durant les dix années suivantes, pour enfin rejoindre le pourcentage de perte osseuse de celui des hommes. La masse osseuse représente entre 16 et 17% de la masse corporelle totale avant 50 ans et diminue entre 13 et 14% chez le sujet de plus de 65 ans [1, 64].

2. L'ostéoporose

Définition et prévalence.

L'os est en perpétuel remodelage. La résorption osseuse est assurée par des cellules multinucléées, dénommées les ostéoclastes. D'autres cellules, les ostéoblastes, forment le tissu ostéoïde qui se minéralise sous l'action de la vitamine D. Il existe un équilibre entre résorption et formation osseuse. Dès que cet équilibre est rompu, l'ostéoporose s'installe.

L'ostéoporose est une maladie diffuse du squelette, caractérisée par une diminution de la résistance osseuse, entraînant un risque accru de fracture. La résistance osseuse est la résultante à la fois de la densité et de la qualité osseuse [1].

Sur le plan pratique, la HAS définit l'ostéoporose par la mesure de la DMO en absorptiométrie biphotonique [1]. Cette technique quantitative non invasive permet de mesurer une densité minérale surfacique, reflet de la masse osseuse. La DMO peut être exprimée en valeur absolue (g/cm^2 classiquement), ou bien en valeur relative (%), ou en déviations standards (DS) par rapport à un sujet de même sexe et de même âge (Z-score), ou bien par rapport à un sujet de même sexe et âgé de 20 à 40 ans (T-score).

Un individu est reconnu comme ostéoporotique quand sa DMO est inférieure à -2,5 déviation standard (DS) comparativement à la DMO de référence de sujets jeunes de même sexe (T-score). La maladie ostéoporotique est donc définie par un facteur de risque plutôt que par un événement clinique, l'objectif étant de dépister les sujets à risque de fracture avant que celle-ci ne survienne.

L'origine ostéoporotique d'une fracture est suspectée devant un traumatisme de faible énergie (intensité inférieure ou égale à une chute de sa hauteur) ou devant l'existence de facteurs de risque d'ostéoporose. En l'absence de fracture périphérique ou vertébrale, le diagnostic d'ostéoporose repose sur l'existence d'une densité osseuse faible mesurée par DEXA.

La densité osseuse doit être mesurée au niveau de l'extrémité supérieure du fémur, la mesure au niveau du rachis n'étant pas conseillée car souvent faussée par l'arthrose vertébrale, très fréquente chez le sujet âgé. Il s'agit d'une méthode juste, précise (1 à 2%), reproductible (coefficient de variation : 0,5 à 1%), non irradiante. La DMO est très prédictive du risque fracturaire ultérieur. Toute diminution de la DMO de 10% ou d'une déviation standard multiplie par 2 le risque fracturaire [65].

L'absorptiométrie doit être réalisée dès que l'on évoque l'ostéoporose. L'ostéodensitométrie est remboursée par l'Assurance maladie dans les situations suivantes [1] :

- En population générale :
 - En cas de signes d'ostéoporose : découverte ou confirmation radiologique d'une fracture vertébrale sans contexte traumatique ni tumoral évident ; antécédent personnel de fracture périphérique survenue sans traumatisme majeur.
 - En cas de pathologie ou de traitement potentiellement inducteur d'ostéoporose : corticothérapie systémique (au moins 3 mois $> 7,5\text{mg/j}$ en équivalent prednisone) ;

pathologies ou traitements inducteurs (hyperthyroïdie, hypercorticisme, hyperparathyroïdie, hypogonadisme...).

- Chez les femmes ménopausées :
 - Antécédents de fracture du col fémoral sans traumatisme majeur chez un parent au 1^{er} degré.
 - IMC < 19 kg/m².
 - Ménopause précoce, avant 40 ans.
 - Antécédents de corticothérapie au long cours.

En 2005, en France, on estimait que 39% des femmes souffraient d'ostéoporose après 65 ans. Après 80 ans, 70% des femmes étaient atteintes d'ostéoporose densitométrique et 60% d'entre elles avaient un antécédent de fracture ostéoporotique. On estimait à 130 000 par an le nombre de fractures attribuables à l'ostéoporose, dont 50 000 à 60 000 fractures vertébrales, 50 000 fractures de l'extrémité supérieure du fémur chez les femmes et 14 000 chez les hommes [1].

Facteurs étiologiques.

On distingue l'ostéoporose primitive de l'ostéoporose secondaire.

(1) L'ostéoporose primitive

L'ostéoporose primitive est liée à l'avancée en âge, la perte osseuse étant un processus physiologique lors du vieillissement [1]. Elle est aggravée par la carence oestrogénique chez la femme ménopausée. Les œstrogènes assurent un contrôle hormonal du remodelage osseux, via des récepteurs spécifiques exprimés par les ostéoblastes.

Ainsi, après la ménopause, l'activité de résorption ostéoclastique est plus importante que l'activité de synthèse ostéoblastique. Ce déséquilibre est responsable de perforation des travées osseuses et d'une raréfaction de l'os trabéculaire plus rapide que pour l'os cortical, avec une altération de la microarchitecture osseuse. Ainsi, chez la femme, l'ostéoporose est responsable d'une perte de 35% de la masse osseuse corticale et de 50% de la masse osseuse trabéculaire. L'os trabéculaire, spongieux, représente 20% du squelette et se

retrouve au niveau des vertèbres, du bassin, des os plats et de la partie centrale des os longs. L'os cortical correspond à la diaphyse des os longs et constitue 80% du squelette [66].

Le pic de masse osseuse correspond au capital osseux maximal, acquis vers l'âge de 20 ans. Ce pic est surtout influencé par des facteurs génétiques auxquels s'associent des paramètres hygiéno-diététiques, tels que des apports alimentaires suffisants en calcium, une exposition solaire satisfaisante (permettant la synthèse de vitamine D), ou encore la pratique d'une activité physique régulière. Plus le capital osseux est élevé, plus le risque d'ostéoporose sera bas [66].

(2) L'ostéoporose secondaire

La corticothérapie prolongée (> 7,5 mg/jour pendant au moins 3 mois d'équivalent prednisone) est reconnue comme un facteur de risque d'ostéoporose secondaire, par une diminution de la synthèse osseuse avec des modifications du métabolisme phosphocalcique et du tonus musculaire, pouvant favoriser les chutes. A l'arrêt de la corticothérapie, l'incidence fracturaire se corrige plus rapidement que la densité osseuse.

D'autres médicaments, tels que les analogues de la LH-RH, des héparinothérapies prolongées ou certains anticonvulsivants, sont reconnus comme inducteurs d'une perte de masse osseuse [3].

L'ostéoporose d'immobilisation est en lien avec l'absence de contraintes mécaniques sur l'os, notamment musculaire. Elle est souvent décrite dans le cadre de pathologies neurologiques avec invalidité sévère.

De même, les maladies inflammatoires chroniques, telles que la polyarthrite rhumatoïde ou les rhumatismes inflammatoires, peuvent s'accompagner d'une ostéoporose.

Les maladies endocriniennes telles que l'hyperthyroïdie, l'hyperparathyroïdie primaire, les insuffisances androgéniques, la maladie de Cushing, sont également responsables d'ostéoporose.

Enfin, un certain nombre d'éléments sont reconnus comme étant des facteurs de risque d'ostéoporose :

- Facteurs génétiques : sexe féminin, antécédents familiaux, origine caucasienne ou asiatique, faible poids avec $IMC < 19 \text{ kg/m}^2$.

- Facteurs nutritionnels : faibles apports calciques, dénutrition, alcoolisme.
- Liés au style de vie : tabagisme, faible activité physique.
- Facteurs endocrinologiques : ménopause précoce ou ancienne, ovariectomie, maigreur.
- Autres : nulliparité, diurétiques hypercalciurants, carence en vitamine C, carence en vitamine D.

3. Les conséquences de l'ostéoporose

Le nombre de fractures de l'extrémité supérieure du fémur, en France, était en 2013 de 51 661 chez les femmes et de 15 482 chez les hommes. D'autres fractures ostéoporotiques sont fréquentes, telles que les fractures vertébrales, du poignet ou de l'humérus, et justifient parfois une hospitalisation. En France, 10 874 hospitalisations pour fracture de l'humérus sont dénombrées en 2009 et 13 624 patients de plus de 60 ans sont hospitalisés pour fracture vertébrale [66].

L'ostéoporose, par le biais des fractures, est responsable d'une perte d'autonomie fonctionnelle, avec un risque d'entrée dans la dépendance physique et une augmentation du risque de mortalité à court terme.

4. Moyens de prévention et traitements de l'ostéoporose

En premier lieu, il s'agit de lutter contre les facteurs de risque d'ostéoporose : le sevrage alcool-tabagique, des apports en calcium et en vitamine D suffisants, la pratique régulière d'une activité physique, la lutte contre la perte de poids [65]. Les apports calciques doivent être d'au moins 1 g/jour, et les apports en vitamine D d'au moins 800 UI/jour.

La prévention des chutes fait partie intégrante de la prise en charge des patients ostéoporotiques. Il faut donc sécuriser l'environnement, lutter contre la iatrogénie, travailler la marche, l'équilibre et le renforcement musculaire, et corriger les éventuels déficits sensoriels. L'activité physique est indispensable pour prévenir du risque de chute, et maintenir des contraintes mécaniques sur l'os.

Concernant les traitements à proprement parler, il ne faut pas confondre ostéoporose ostéodensitométrique et indication à un traitement anti-ostéoporotique. En effet, l'indication à débiter un traitement anti-ostéoporotique est basée non seulement sur le T-score, mais aussi sur le risque de fracture, dépendant des antécédents de fracture et d'autres facteurs.

Un traitement est indiqué : s'il y a des antécédents de fracture sévère associés à un T-score < - 1 ; si l'on est en présence de fractures non sévères avec un T-score $\leq$ - 2 ; si le T-score est $\leq$ - 3 en l'absence de fracture avec des facteurs de risque d'ostéoporose ou de chutes multiples [65].

Plusieurs traitements existent à ce jour, dont seuls certains seront développés :

- Les bisphosphonates ont une action anti-ostéoclastique. Ils ont montré leur efficacité pour augmenter la DMO et diminuer le risque de fracture vertébrale et non vertébrale. Ils sont contre-indiqués en cas d'insuffisance rénale sévère et d'hypocalcémie. C'est le traitement de première intention.
- Le dénosumab est un anti-corps anti-RANK ligand, il inhibe la résorption osseuse. Il est prescrit à raison d'une injection tous les 6 mois, et est contre-indiqué en cas d'insuffisance rénale terminale.
- La parathormone (PTH) 1-34 ou tériparatide stimule la formation osseuse et prévient des fractures vertébrales et périphériques. Ce traitement s'injecte une fois par jour, et est prescrit pendant 18 mois, puis relayé par un bisphosphonate.

Les médicaments anti-ostéoporotiques sont habituellement prescrits pour une durée de 3 à 5 ans. Une réévaluation de la DMO peut être proposée dans les 2 à 3 ans suivant l'instauration du traitement, et une réévaluation 2 ans après l'interruption du traitement est recommandée.

IV- L'activité physique

1. Définition de l'activité physique

D'après les travaux de *Caspersen* en 1985 [67], l'activité physique représente n'importe quel mouvement corporel produit par la contraction des muscles squelettiques, qui augmente substantiellement la dépense énergétique, bien que l'intensité et la durée puissent varier considérablement.

L'activité basale représente les plus petites quantités de mouvements corporels produits par les contractions des muscles squelettiques, qui augmentent l'énergie au-delà des comportements sédentaires (c'est-à-dire se tenir debout, marcher lentement, porter des objets très légers). En se basant sur ces définitions, les individus qui n'ont qu'une activité basale ne sont pas sédentaires, mais sont quand même considérés comme inactifs.

En 1993, *Ainsworth et al* [68] ont développé une échelle permettant d'estimer le coût métabolique de l'activité physique (AP). Elle peut alors être mesurée en MET (Metabolic Equivalents of Task : équivalent métabolique). On le définit comme le rapport de l'activité sur la demande du métabolisme de base. L'échelle d'équivalence métabolique va de 0,9 MET (sommeil) à 18 MET (course à 17,5 km/h). Plus l'intensité de l'activité est élevée, plus le nombre de MET est élevé. Les activités physiques modérées comprennent les activités réalisées à une intensité de 3 à 6 MET (cyclisme de loisir, natation d'intensité modérée, marche pendant une partie de golf, ménage domestique, ou l'équivalent d'une marche de vive allure à 5-8 km/h). L'activité physique soutenue comprend les activités réalisées à plus de 6 MET (jogging, saut à la corde, etc.).

Il existe plusieurs types d'exercice physique recommandés.

Le travail en aérobic, ou endurance, correspond à des exercices d'intensité modérée, sur une période de temps prolongée. La marche, le jogging ou la natation en sont des exercices typiques [3]. Plusieurs études [69, 70] ont mis en évidence que le travail en aérobic présente de nombreux avantages sur le contrôle des maladies cardio-vasculaires, sur la dépression, la qualité du sommeil ou encore sur l'incidence des troubles cognitifs.

Le travail en résistance se fait par la répétition de mouvements, réalisés avec une intensité supérieure à 60% de la répétition maximale, contre une force, sur une période de temps courte, entrecoupée de phases de récupération [3]. Ce travail contre résistance, dit anisométrique, peut alors être soit concentrique, induisant un raccourcissement du muscle, soit excentrique, induisant un étirement musculaire [4].

L'équilibre se travaille par des mouvements dynamiques perturbant le centre de gravité, réduisant la surface des appuis, se produisant sur des surfaces instables afin d'améliorer la posture et les réactions parachutes [71].

Enfin, le travail de souplesse, atteint par le biais des exercices comme le Tai-chi ou le Yoga, permet, avec le travail de l'équilibre, de limiter le risque de chutes et leurs conséquences [71].

Les contre-indications usuelles sont à respecter avant de débiter une activité physique, surtout chez la personne âgée : infarctus du myocarde récent, angor instable, hypertension artérielle non contrôlée, insuffisance cardiaque aiguë, bloc auriculo-ventriculaire complet. Il faudra de plus être vigilant chez les personnes utilisant des bêtabloquants, des statines ou des vasodilatateurs. Les principaux risques d'un entraînement en aérobie et contre-résistance sont les lésions musculo-squelettiques et le risque cardiovasculaire.

2. Recommandations en population gériatrique

Une étude observationnelle américaine de 2016 [72], réalisée sur une cohorte de 30 000 adultes de plus de 65 ans, a montré que 90% des personnes ne pratiquent aucun exercice de résistance musculaire. Dans cette cohorte, 10% des participants pratiquaient un entraînement musculaire au moins 2 fois par semaine, sur une durée de suivi de plus de 10 ans, et avaient en parallèle un risque de décès toute cause confondue réduit de 46% par rapport aux autres participants. Leur risque de décès cardiaque était également diminué de 41%, et leur risque de cancers de 19%.

En 2008, le baromètre Santé Nutrition réalisé par l'*Institut National de Prévention et d'Education pour la Santé* (INPES) [73] a montré que le temps d'activité physique journalier

ne cesse de diminuer avec l'âge et est insuffisant par rapport aux recommandations de l'*Organisation Mondiale de la Santé* (OMS).

Ainsi, l'OMS [74] recommande, chez le sujet de plus de 65 ans en bonne santé, la pratique de 150 minutes d'activité d'intensité modérée par semaine, ou de 75 minutes d'activité de haute intensité par semaine. Ces activités peuvent être découpées par période de 10 minutes minimum et répétées plusieurs fois, l'objectif étant d'atteindre progressivement les 300 minutes d'activité modérée ou 150 minutes d'activité intense par semaine.

En 2007, le *Collège Américain de Médecine du sport* et l'*American Heart Association* [71] proposent des recommandations, et préconisent la pratique d'un exercice physique régulier, en aérobie et en résistance, ainsi qu'un travail de l'équilibre et de la souplesse, pour maintenir, voire améliorer l'état de santé des sujets de plus de 65 ans.

L'entraînement aérobie doit être d'intensité modérée, pendant 30 minutes cinq jours par semaine, ou d'intensité élevée, pendant 20 minutes trois jours par semaine.

Concernant l'entraînement en résistance, il consiste en un travail de répétition de mouvements (10 à 15 répétitions par exercice) à une intensité modérée à élevée, afin d'améliorer la force musculaire. Chaque séance d'entraînement comporte 8 à 10 exercices, réalisés au minimum deux fois par semaine, sur des journées non consécutives.

Le travail de l'équilibre et l'assouplissement doivent être réalisés au minimum deux fois par semaine pendant 10 minutes.

Ces recommandations doivent être adaptées à l'individu et à ses comorbidités, notamment cardio-vasculaires. Il est également important de fixer des objectifs réalisables afin d'obtenir l'adhésion du patient. Même s'il n'atteint pas le niveau d'activité physique recommandé, il en tirera tout de même un bénéfice en termes de santé. Par ailleurs, il est important de souligner que plus la pratique est régulière, plus les bénéfices seront maintenus dans le temps [71].

3. Evaluation du niveau d'activité physique

L'activité physique correspond à la somme des situations nécessitant une mise en jeu de la musculature squelettique de façon volontaire, quelle qu'en soit la finalité, s'accompagnant d'une augmentation de la dépense énergétique par rapport aux conditions de repos. Ainsi sont intégrés les actes qui permettent de pourvoir aux besoins de la vie courante, d'assurer la vie sociale, professionnelle, de loisir et sportive. L'activité physique apparaît donc d'emblée comme une grandeur complexe difficile à quantifier. Différents paramètres interviennent : types d'activités, intensité, durée et fréquence de l'effort correspondant, conditions environnementales.

Parmi les différentes méthodologies d'évaluation de l'activité physique, l'utilisation d'un score à partir d'un questionnaire apparaît actuellement comme la plus adaptée à la pratique clinique courante ainsi qu'à des populations importantes de patients. De nombreux scores d'activité physique ont déjà été validés en langue anglaise. Mais ils ne permettent pas de répondre aux conditions culturelles françaises.

Le score d'activité physique de Dijon (Annexe 2) est un questionnaire dédié aux personnes âgées [75]. Sa conception a répondu à un impératif de polyvalence et de courte durée de passation (moins de 5 minutes). Il est constitué de 9 questions, donnant un score maximal de 30. Les questions abordent les points suivants : auto-évaluation de l'aptitude physique, activités quotidiennes, sports et loisirs, temps de repos. Le score d'activité physique de Dijon est donc un score généraliste, bref, et aisé à mettre en œuvre dans une population de sujets âgés.

L'OMS a également établi un outil en 2008 [76], validé pour des sujets de 16 à 84 ans et sur le plan international : le GPAQ V2 (Global Physical Activity Questionnaire Version2). Il comporte 15 items interrogeant les sujets sur la durée hebdomadaire moyenne d'activités sédentaires, d'activités d'intensité modérée à élevée (dans le cadre professionnel, dans les déplacements et durant les loisirs). Cependant, il s'agit d'un questionnaire long à réaliser, avec un traitement informatique des résultats sur un logiciel spécifique.

Il existe d'autres questionnaires, tels que le QAPSE (Questionnaire d'Activité Physique de Saint-Etienne) [77], le QAPPA (Questionnaire d'Activité Physique pour la Personne Agée) [78] utilisable à partir de 60 ans, mais non validé dans la littérature internationale, ou encore le PASE (Physical Activity Scale for the Elderly) [79].

4. Bénéfices de l'activité physique

Dans une étude de *Wen et al* en 2011 [80], il a été montré qu'il n'est jamais trop tard pour débiter une activité physique et en obtenir les bénéfices. En effet, même des individus, auparavant sédentaires, ne commençant la pratique de l'exercice physique qu'à un âge aussi tardif que 85 ans, ont eu un bénéfice significatif en termes de survie, en comparaison sur 3 ans à des individus restés sédentaires.

Sur la masse et la force musculaire.

En 2003, *Douchi et al* [81] ont montré que chez des femmes ménopausées pratiquant une activité physique régulière (plus de 2 heures d'entraînement aérobique par semaine depuis plus de 2 ans, ou entraînement en résistance sur au moins 16 semaines), la masse maigre était significativement plus haute que chez des femmes sédentaires, et la masse grasse inférieure, pour des indices de masse corporelle équivalents.

Une méta-analyse de 2001 [82] a montré que les programmes de renforcement musculaire sont efficaces en termes de gain de force musculaire dès lors où ils sont prolongés dans le temps (au moins un an).

L'entraînement en résistance permet un gain en masse musculaire, tandis que le travail d'endurance permet une baisse de la masse adipeuse, avec des bénéfices cardiovasculaires certains [83].

Sur la densité minérale osseuse et les fractures ostéoporotiques.

L'activité physique, par les contraintes mécaniques qu'elle exerce sur le squelette, induit la formation de tissu osseux. *Zimmerman et al* [84], en 1990, ont étudié chez 56 femmes

ménopausées la relation entre force musculaire et densité minérale osseuse au niveau du rachis et du fémur. Ainsi, il a été mis en évidence des corrélations positives entre la force musculaire des psoas, quadriceps, moyens fessiers, et la DMO du rachis lombaire et du fémur.

Une méta-analyse de 2006 [85] a mis en évidence, dans 14 essais randomisés, un gain significatif sur la DMO du rachis lombaire, après un programme de renforcement musculaire.

Une revue de la littérature de 2007 [86] a évalué les résultats de vingt études concernant le bénéfice d'une activité physique en résistance sur la densité minérale osseuse de femmes ménopausées âgées de 40 à 80 ans. Treize études ont montré soit un maintien, soit une amélioration de la densité osseuse du fémur, chez les femmes bénéficiant d'un entraînement en résistance comparativement au groupe contrôle.

Feskanich et al [87] ont publié en 2002 une étude sur 12 ans, chez 61 200 femmes âgées de 40 à 77 ans. Ainsi, plus l'intensité de l'activité physique est importante, plus le risque de fracture du col fémoral est diminué (risque diminué de 55% pour une activité intense, comparé à une population sédentaire).

Sur les capacités fonctionnelles.

(1) Equilibre, posture et chute

L'activité physique a montré de multiples intérêts [88]. D'une part, elle permet d'améliorer l'équilibre en travaillant diverses postures (en charge sur deux pieds puis en appui simple, les yeux ouverts ou fermés), ceci améliorant les performances vestibulaires. D'autre part, elle permet d'améliorer aussi bien le temps de réaction en cas de déséquilibre que les réflexes parachutes.

Une méta-analyse de 2013 [89] observe que l'activité physique, en plus de son rôle protecteur sur le risque de chute, permet de diminuer leur gravité : baisse de 37% des blessures, de 43% des chutes requérant une hospitalisation, et de 61% des fractures.

(2) Indépendance pour les actes de la vie quotidienne

La dépendance physique reflète une atteinte de la fonctionnalité avec une impossibilité de réaliser seul les actes de la vie quotidienne (soins corporels, habillage, continence, aller aux toilettes, transferts, alimentation), pouvant être évalués par l'échelle ADL (Annexe 3).

Une étude prospective parue en 2004 [90], ayant suivi 2493 sujets de plus de 65 ans, sur 7 ans, a montré un lien entre la force musculaire évaluée par le hand grip et le score ADL. Plus la force musculaire était importante, meilleur était le score d'autonomie fonctionnelle.

V- Interactions entre DMO et composition corporelle

La relation entre DMO et composition corporelle a fait l'objet d'études et d'observations multiples, indiquant l'existence d'une influence réciproque.

Ainsi, le lien entre le poids, l'IMC et le risque d'ostéoporose est bien établi : plus le poids ou l'IMC est élevé, meilleure est la DMO à l'échelle du corps entier, ainsi qu'à l'échelle régionale chez le sujet âgé [13]. Ces effets du poids sur la DMO s'expliquent par les contraintes et les forces mécaniques exercées sur l'os, via les muscles, qui stimulent le processus de formation osseuse sous l'action des ostéoblastes [66].

L'étude de *Gillette-Guyonnet et al* de 2000 [6] a montré que les femmes ostéoporotiques avaient une masse grasse et une masse musculaire statistiquement plus basses que les femmes non ostéoporotiques, avec un poids et un IMC significativement plus bas.

L'étude épidémiologique *DUBBO*, réalisée chez 827 femmes âgées de plus de 60 ans [91], sur 2,7 années de suivi, a établi que les femmes perdant du poids présentent une perte de masse osseuse plus rapide que celles dont le poids reste stable ($-1,70 \pm 0,40\%$ par an versus $-0,80 \pm 0,10\%$ par an) ou que celles qui en prennent ($0,10 \pm 0,20\%$ par an avec $p < 0,01$).

L'effet plus précis des différents compartiments corporels (masse grasse et masse maigre) sur la DMO est, par contre, sujet à controverse. De plus, en fonction du sexe, de l'âge, du

statut hormonal (pré ou post ménopause), du niveau d'activité physique du sujet ou de la région osseuse étudiée, ces résultats sont encore plus hétérogènes.

Ainsi, d'après *Reid et al* en 1992 [10], la masse grasse chez les femmes ménopausées serait le principal facteur prédictif de la DMO du corps entier, du rachis lombaire et du fémur.

En effet, le tissu adipeux est une des principales sources d'aromatase, enzyme capable de synthétiser des œstrogènes à partir de précurseurs d'androgènes. Ces œstrogènes extra-gonadiques sont capables de participer à la régulation de l'homéostasie du squelette en favorisant l'activité des ostéoblastes et en freinant l'action des ostéoclastes. La carence hormonale liée à la ménopause est alors limitée, ce qui permet de freiner les effets délétères de cette dernière sur la densité osseuse [92]. Plusieurs études ont révélé que l'influence de la MG sur la DMO augmente après la ménopause, comparativement à la période de pré-ménopause ou chez des femmes jeunes [93, 94, 95].

L'étude longitudinale *CHAMP* [11], réalisée sur 2,2 années de suivi chez 1 705 hommes âgés de plus de 70 ans, a constaté que la masse grasse était un facteur déterminant de l'évolution de la masse osseuse au cours du suivi.

Pour autant, d'autres études présentent des résultats opposés.

Les études de *Zhao et al* en 2007 et 2008 [96, 97] n'ont pas trouvé d'effet protecteur de la masse grasse sur la masse osseuse. Notamment, si l'obésité n'est pas définie par rapport à l'IMC mais par rapport au pourcentage de tissu adipeux dans l'organisme, aucun effet de la masse grasse sur la DMO n'est alors remarqué.

Aloia et al [94] ont mis en avant le rôle déterminant de la masse maigre sur la masse osseuse des femmes. Chez les femmes ménopausées, 50% des variations du taux de masse osseuse étaient liées à la masse maigre (contre 56% en pré-ménopause).

De plus, des études récentes [12, 13] ont révélé des associations significatives entre masse maigre et masse osseuse indépendamment de l'âge, de la taille, du niveau d'activité physique, chez les hommes et les femmes. Chez les femmes, la masse grasse était également associée à la masse osseuse, mais ce lien disparaissait après ajustement sur la masse maigre.

Si l'on s'attache plus précisément aux effets locaux et régionaux sur l'os, il a été montré que la masse grasse seule était associée à la DMO du corps entier, alors que pour le fémur intervenaient masse grasse et masse maigre [91]. Ces résultats peuvent être expliqués par les effets mécaniques des muscles sur l'os à l'échelle régionale.

Une étude de 2001 [98], s'intéressant à la DMO du fémur chez 139 sujets âgés de 60 à 89 ans, a révélé, chez les hommes, un lien statistique entre DMO du fémur et masse maigre uniquement. En revanche, chez les femmes, la DMO était liée à la fois à la masse maigre et à la masse grasse.

Plusieurs études [81, 99] ont mis en évidence que, chez les femmes ménopausées pratiquant une activité physique régulière, la masse maigre était liée à la DMO du rachis lombaire, alors que, chez les femmes sédentaires, la DMO était liée à la fois à la masse maigre et à la masse grasse.

Cependant, une étude de 2013 [12], s'intéressant à l'activité physique comme éventuel facteur de confusion sur les interactions entre composition corporelle et DMO, a conclu que la masse maigre était le principal facteur prédictif de la DMO du corps entier, du fémur et du rachis lombaire, indépendamment du niveau d'activité physique ou du statut hormonal vis-à-vis de la ménopause.

Au total, cet ensemble d'arguments oriente non seulement vers une relation statistique, mais également vers un ou des processus évolutifs communs pouvant agir sur la DMO et la composition corporelle. C'est pourquoi l'évaluation de la relation entre la DMO et les compartiments corporels chez la femme âgée est d'une particulière importance, pour maîtriser l'analyse de futures études interventionnelles portant sur l'évaluation de la DMO et du statut protéino-énergique chez le sujet âgé.

MATERIEL

ET METHODE

I- Justification de l'étude

L'avancée en âge est associée à des modifications musculo-squelettiques qui conduisent à une altération de l'autonomie fonctionnelle. Les formes sévères d'altération musculaire, nommée sarcopénie, augmentent le risque de chute. Dans le contexte d'une diminution de la DMO (ostéoporose), on conçoit l'augmentation du risque fracturaire ainsi créé. Les fractures ostéoporotiques et les chutes, par les dépenses nationales de santé qu'elles engendrent, représentent un enjeu de santé publique majeur.

Pour lutter efficacement contre ces deux entités, il est indispensable de mieux les connaître. La relation entre ces deux pathologies est complexe. Ainsi, l'interaction entre le poids et la densité minérale osseuse est bien connue. Par contre, les interactions entre la densité minérale osseuse et les principaux constituants de la composition corporelle (masse maigre et masse grasse) font encore débat.

II- Objectifs de l'étude

1- Objectif principal

- Etudier la relation entre la densité minérale osseuse et les différents compartiments corporels (MM et MG), en fonction du niveau d'activité physique chez des femmes de plus de 75 ans.

2- Objectifs secondaires

- Etudier la relation entre la prévalence de l'ostéoporose et celle de la sarcopénie en fonction du niveau d'activité physique chez des femmes de plus de 75 ans.
- Etudier la relation entre la prévalence de l'ostéoporose et celle de la sarcopénie en fonction des 3 tests de performances physiques (hand grip, vitesse de marche sur 4 mètres, appui unipodal) chez des femmes de plus de 75 ans.
- Etudier la relation entre la densité minérale osseuse et les différents compartiments corporels (MM et MG), en fonction des critères de sarcopénie selon l'EWGSOP

(vitesse de marche sur 4 mètres et hand grip) et de l'appui unipodal chez des femmes de plus de 75 ans.

III- Patientes

Le travail consiste en une étude observationnelle transversale monocentrique, dont le recrutement s'est déroulé sur 16 mois, de janvier 2016 à avril 2017.

Les femmes âgées de plus de 75 ans, adressées à l'hôpital Bellier pour la réalisation d'une absorptiométrie biphotonique, que ce soit à la suite d'une consultation sur le plateau ambulatoire ou d'une hospitalisation, se sont vu proposer de participer à l'étude. Avant tout recueil de données, l'investigateur en présentait l'intérêt et s'assurait d'obtenir une non-opposition orale consignée dans le dossier médical.

Etaient exclues a priori les patientes présentant une contre-indication à l'absorptiométrie (troubles du comportement pouvant perturber le bon déroulement de l'examen, douleurs empêchant le décubitus dorsal prolongé), les patientes sous tutelle et curatelle, et celles dans l'incapacité de répondre à l'hétéro-questionnaire.

Les paramètres sociodémographiques et médicaux suivants étaient recueillis :

- Age, poids (kg), taille (cm), IMC (kg/m^2).
- Lieu de vie (domicile, résidence service, EHPAD).
- Albuminémie (g/L), concentration sérique en 25-OH vitamine D (ng/mL).
- Score Mini Mental Scale Examination (MMSE, Annexe 5) [100] : test d'évaluation cognitive global, de 0 à 30.
- Echelle des activités de la vie quotidienne de Katz (ADL, Annexe 3) [101] : échelle pour juger de l'état d'autonomie fonctionnelle du patient (hygiène corporelle, habillage, aller aux toilettes, locomotion, continence, repas), de 0 à 6, un score élevé étant le reflet d'une préservation de l'autonomie fonctionnelle.
- Echelle d'activités instrumentales de la vie courante simplifiée de Lawton (IADL, Annexe 4) [102] : échelle permettant d'évaluer le degré de dépendance par rapport à 4 activités pratiques de la vie quotidienne (utiliser le téléphone, moyens de

transport, prise des médicaments, gérer le budget), de 0 à 4, un score élevé reflétant une préservation de l'autonomie.

- Score Cumulative Illness Rating Scale (CIRS, Annexe 6) [103] : score de comorbidités, de 0 à 56, un score élevé correspondant à un haut niveau de comorbidités.
- Antécédents de chute dans l'année précédant l'inclusion dans l'étude.

Afin d'assurer l'anonymat des patientes concernées, un numéro leur était attribué par ordre de recrutement.

IV- Déterminations

Les patientes ont bénéficié d'une absorptiométrie biphotonique ou DEXA permettant de réaliser une mesure de la DMO et d'évaluer le T-score, mais aussi de mesurer les autres compartiments de la composition corporelle (masse maigre, masse grasse, masse osseuse).

Elles ont également bénéficié de l'évaluation de leurs performances physiques.

Enfin, les patientes ont répondu à un hétéro-questionnaire d'activité physique.

1. L'absorptiométrie biphotonique

L'appareil utilisé est un LINAR iDXA® fonctionnant avec le logiciel enCORE™, version 12.x, Windows-XP Professional 2008.

Le T-score du rachis lombaire de L1 à L4, des cols fémoraux droit et gauche, des avant-bras droit et gauche, ainsi que la densité minérale osseuse (DMO) du corps entier sont recueillis. Par soucis d'homogénéité, nous avons choisi d'exprimer les résultats de la DMO corps entier en kg/m^2 . Les résultats de la DEXA étant opérateur-dépendant (importance du bon positionnement du patient sur la table d'examen lors des acquisitions), toutes les mesures ont été réalisées par le même technicien.

Le logiciel enCORE™ utilise un calculateur de précision évaluant le risque d'erreur de la mesure et calculant sa variabilité avec un intervalle de confiance de 95%.

Grâce à ce même logiciel, la DEXA permet aussi d'évaluer la composition corporelle en distinguant la masse grasse (MG), la masse maigre (MM) et la masse osseuse, à la fois pour différentes régions corporelles (tête, tronc, membres), mais aussi pour le corps entier.

Le logiciel réalise des coupes des membres supérieurs, passant par les cavités articulaires des épaules en regard de la tête humérale jusqu'aux extrémités des doigts. Pour les membres inférieurs, les coupes passent par les cols fémoraux sans toucher le bassin et descendent jusqu'aux extrémités des pieds. Une coupe centrale sépare le membre inférieur droit du gauche.

Le calculateur de précision est le même que pour les mesures de la densité osseuse.

2. L'hétéro-questionnaire d'activité physique

Chaque patiente incluse dans l'étude a été soumise à un hétéro-questionnaire d'activité physique : le score d'activité physique de Dijon (Annexe 2) [75].

Le collaborateur de recherche pose successivement les 9 questions du questionnaire à la patiente, puis calcule un score total sur 30 points. En fonction de ce score, la patiente est considérée comme « peu active » (de 0 à 10), « active » (de 11 à 20) ou « très active » (de 21 à 30).

3. Mesure des performances physiques

- La force de préhension manuelle est mesurée à l'aide d'un dynamomètre électronique. Le dynamomètre est placé dans le pli palmaire, perpendiculairement à l'axe de la main, dans la main dominante de la patiente. Cette dernière doit le serrer le plus fortement possible pendant 3 à 5 secondes. Trois mesures sont réalisées et le meilleur score est conservé.
- Le test d'appui unipodal correspond à la mesure en secondes, via un chronomètre, de la durée de l'appui, successivement sur le membre inférieur droit puis gauche. Le test est réussi si l'appui unipodal est possible plus de 5 secondes. Sinon, il est considéré comme échoué.

- La vitesse de marche sur 4 mètres consiste à chronométrer le temps mis par la patiente (une fois qu'elle est lancée) pour parcourir une distance de 4 mètres en marchant le plus rapidement possible.

La mesure de la vitesse de marche, de la force de préhension manuelle et le test d'appui unipodal sont réalisés avant l'absorptiométrie.

4. Mesures anthropométriques

Le poids est mesuré par une balance mécanique Seca 761 avec réglage du zéro et capacité de 150 kg.

La taille est mesurée par une toise mécanique Seca fixée au mur (précision au millimètre).

L'IMC correspond au rapport du poids en kilogrammes sur la taille en mètre au carré.

La dénutrition est définie par une perte de poids > 5% en 1 mois ou > 10% en 6 mois, ou un IMC < 21 kg/m², ou une albuminémie < 35 g/L, ou un Mini Nutritional Assessment (MNA) global < 17/30 (Annexe 1) [31].

La dénutrition sévère est, quant à elle, définie par une perte de poids > 10% en 1 mois ou > 15% en 6 mois, ou un IMC < 18kg/m², ou une albuminémie < 30 g/L [31].

Seule la dénutrition par le biais de l'IMC et de l'albuminémie a été mise en évidence dans l'étude.

5. Sarcopénie en absorptiométrie biphotonique

Baumgartner et al [20] ont mesuré, en absorptiométrie, la masse musculaire squelettique appendiculaire des quatre membres. Ils en ont déduit un Index de Masse Musculaire Squelettique (IMS), défini par le rapport :

$$\frac{\text{Masse musculaire des bras en kg} + \text{Masse musculaire des jambes en kg}}{(\text{Taille en mètre})^2}$$

Ainsi, chez le sujet féminin, la sarcopénie est définie selon le *Consensus Européen* [5] par :

- Une vitesse de marche sur 4 mètres inférieure ou égale à 0,8 m/s associée à un IMS inférieur à 5,67 kg/m² ;
- Ou une vitesse de marche supérieure à 0,8 m/s associé à un test de préhension manuel inférieur à 20 kg ainsi qu'à un IMS inférieur à 5,67 kg/m².

6. Ostéoporose en absorptiométrie biphotonique

L'ostéoporose est évaluée par la mesure du T-score selon les recommandations de la HAS [1]. L'ostéopénie est définie par un T-score compris entre -1 et -2,5 DS, et l'ostéoporose par un T-score inférieur à -2,5 DS.

V- Analyses statistiques

1. Recueil et codage des données

La collecte des données repose sur la mise en place d'une base de données sur Excel, en conformité avec les réglementations en vigueur. Le fichier Excel est créé par le CHU de Nantes et est hébergé via son réseau informatique.

Seuls les médecins investigateurs, le technicien en charge de l'absorptiométrie et de l'ostéodensitométrie, le coordonnateur de l'étude, le méthodologiste, le biostatisticien et les techniciens d'études cliniques travaillant sur ce projet sont autorisés à utiliser le fichier Excel.

L'apposition d'un système de codage permet de transmettre des données à un investigateur dans le respect de l'anonymat. Ainsi, dans le fichier Excel, chaque patiente incluse est identifiée grâce à un code correspondant à la première lettre de son nom, la première lettre de son prénom et son rang d'inclusion. Ce code est la seule information figurant dans le fichier de données.

Un autre fichier est créé en parallèle pour assurer la correspondance entre le code de la patiente et ses données d'identification, afin de pouvoir recueillir les données dans le dossier médical.

2. Statistiques

Le recueil de données est effectué grâce à Excel, et l'analyse statistique est réalisée avec le logiciel SAS 9.4.

Les différences entre les valeurs obtenues sont considérées comme significatives lorsque « p » est inférieur à 0,05.

Les caractéristiques de la population étudiées sont décrites à l'aide de moyennes, écart-types, valeurs minimales et maximales, et médianes.

Pour étudier le lien entre la DMO corps entier, la MG et la MM en fonction du niveau d'activité physique, des régressions logistiques sont réalisées entre ces différents paramètres. Puis, des régressions linéaires univariées et multivariées sont effectuées, prenant en compte les caractéristiques socio-démographiques et médicales décrites précédemment (âge, poids, IMC, MMSE, ADL, IADL, CIRS, albuminémie, 25-OH vitamine D, IMS, T-scores, tests de performances physiques), co-variables pouvant être des facteurs confondants.

Pour étudier le lien entre la DMO corps entier, la MG et la MM en fonction des tests de performances physiques, des régressions logistiques sont réalisées pour chaque test de performances physiques.

Pour étudier la relation entre les prévalences de l'ostéoporose et de la sarcopénie en fonction du niveau d'activité physique, un test de Fischer Exact est employé. Des régressions linéaires univariées puis multivariées sont également réalisées pour expliquer l'ostéoporose et la sarcopénie en fonction des co-variables décrites, permettant de calculer des Odds Ratio (OR) avec intervalle de confiance.

Pour étudier la relation entre les prévalences de l'ostéoporose et de la sarcopénie en fonction des tests de performances physiques, des tests de Wilcoxon, de Student, et de χ^2 sont employés.

RESULTATS

I- Description de la population étudiée

92 patientes ont été incluses de janvier 2016 à avril 2017.

Le tableau 1 récapitule l'ensemble des caractéristiques des patientes recrutées.

TABLEAU 1 : Caractéristiques de la population étudiée

	Effectif N = 92	Moyenne	Ecart- type	Minimum	Maximum	Médiane
Age (années)	92	84,7	4,9	75	97	85
Lieu de vie						
Domicile	84 (91,30%)					
Foyer logement	4 (4,35%)					
EHPAD	4 (4,35%)					
Poids (kg)	92	59,1	14,6	35	109	55
Taille (cm)	92	154	5,6	140	168	154
IMC (kg/m ²)	92	24,4	5,4	14,6	45,4	23,2
CIRS (/56)	92	9,7	2,5	4	16	10
Nombre de chutes dans l'année précédant l'inclusion	92	1,1	1,2	0	4	1
MMSE (/30)	92	25,6	4,9	9	30	27
ADL (/6)	92	5,2	0,9	1,5	6	5,5
IADL (/4)	92	2,8	1,2	0	4	3
Albuminémie (g/L)	81 (88%)	34,5	5,6	21	45,1	35
25-OH vitamine D (ng/mL)	81 (88%)	23,6	13,4	4	53,8	22,6
Masse maigre (kg)	92	34,6	4,3	23,4	47,9	34,6
Masse grasse (kg)	92	20,9	10,2	3,2	52,3	18,2
T-score fémur	86 (93,48%)	-2,18	1,05	-4,5	-0,06	-2,3
T-score rachis	91 (98,9%)	-1,3	1,81	-6,6	4,8	-1,5
T-score avant-bras	92	-3,04	1,41	-7	0,5	-3,1
DMO corps entier (kg/m ²)	92	0,78	0,16	0,43	1,17	0,77
IMS (kg/m ²)	92	5,81	0,86	4,04	8,17	5,76
Questionnaire AP (/30)	92	22,1	4,6	5	28	23
Appui unipodal						
> 5 secondes	25 (27,17%)					
< 5 secondes	67 (72,83%)					
Vitesse de marche 4m (m/s)	90 (97,83%)	1,93	1,01	0,78	7,4	1,7
Hand grip (kg)	92	9,36	38,3	14	172	90,5

NB : IMC = Indice de Masse Corporelle, CIRS = Cumulative Illness Rating Scale (de 0 à 56, plus le score est bas, moins il y a de comorbidités), MMSE = Mini Mental Scale Examination (de 0 à 30, un score élevé est le reflet d'un meilleur résultat), ADL = échelle des activités de la vie quotidienne de Katz (de 0 à 6, un score élevé est le reflet d'un meilleur résultat), IADL = échelle d'activités instrumentales de la vie courante de Lawton (de 0 à 4, un score élevé est le reflet d'un meilleur résultat), DMO = Densité Minérale Osseuse, IMS = Index de Masse Musculaire Squelettique, Questionnaire AP = Score d'activité physique selon le questionnaire de Dijon.

Les patientes ont un âge moyen de 84,7 ans, la patiente la plus jeune ayant 75 ans, et la plus âgée 94 ans.

La majorité des patientes recrutées vivaient à domicile (91,3%), contre seulement 4,35% en foyer logement et 4,35% en EHPAD.

Elles pesaient en moyenne 59,1 kg, avec un IMC moyen à 24,4 kg/m². 30,4% d'entre elles étaient dénutries, selon le critère d'IMC inférieur à 21 kg/m², et 46,7% selon l'albuminémie inférieure à 35 g/L. Une dénutrition sévère était retrouvée chez 7,6% d'entre elles, en considérant un IMC inférieur à 18 kg/m², et chez 17,4% d'entre elles, en considérant une albuminémie inférieure à 30 g/L.

Le score CIRS moyen était de 9,7/56, avec un score maximal à 16, et les patientes avaient en moyenne chuté une fois dans l'année précédant l'inclusion, avec 63% de carence en 25-OH vitamine D (définie par une concentration sérique inférieure à 30 ng/mL).

Le score MMSE était de 25,6/30 en moyenne.

Le score ADL moyen était de 5,2/6 et le score IADL de 2,8/4.

Selon les mesures apportées par la DEXA, les patientes présentaient en moyenne une masse maigre équivalente à 34,6 kg et une masse grasse à 20,9 kg. La DMO corps entier moyenne était de 0,78 kg/m² et l'IMS de 5,81 kg/m².

Concernant le niveau d'activité physique (NAP), le score obtenu à l'hétéro-questionnaire de Dijon était en moyenne de 22,1/30, avec un minimum obtenu à 5, et un maximum obtenu à 28.

Enfin, l'appui unipodal était supérieur à 5 secondes chez 27,2% des patientes, la vitesse de marche sur 4 mètres de 1,93 m/s en moyenne, et le hand grip à 9,36 kg.

II- Description de la population étudiée en fonction du niveau d'activité physique

TABLEAU 2 : Caractéristiques de la population en fonction des 3 groupes de niveau d'activité physique déterminés par le questionnaire de Dijon

	Questionnaire AP 0 à 10 N = 3	Questionnaire AP 11 à 20 N = 14	Questionnaire AP 21 à 30 N = 75
Age (années)	88,7 ± 2,5	86,8 ± 4,6	84,3 ± 4,9
Lieu de vie			
Domicile	2	11	71
Foyer logement	0	1	2
EHPAD	1	1	3
Poids (kg)	59,7 ± 16,0	55,9 ± 14,6	59,2 ± 14,7
Taille (cm)	156,3 ± 6,4	154,3 ± 3,5	153,9 ± 5,9
IMC (kg/m ²)	29,7 ± 5,0	22,6 ± 4,2	24,5 ± 5,6
CIRS (/56)	11,3 ± 2,5	9,8 ± 2,2	9,6 ± 2,6
Nombre de chutes dans l'année précédant l'inclusion	1,67 ± 1,15	0,93 ± 1,07	1,11 ± 1,25
MMSE (/30)	27 ± 1,7	23,4 ± 6,1	25,9 ± 4,7
ADL (/6)	4,5 ± 1,3	4,5 ± 0,9	5,4 ± 0,9
IADL (/4)	1,7 ± 1,5	2,3 ± 1,1	2,9 ± 1,2
Albuminémie (g/L)	32,7 ± 2,2	33,9 ± 5,6	34,6 ± 5,7
25-OH vitamine D (ng/mL)	38,5 ± 4,6	20,2 ± 10,5	23,7 ± 13,7
Masse maigre (kg)	37,5 ± 3,7	35,2 ± 3,8	34,4 ± 4,4
Masse grasse (kg)	17,5 ± 12,7	16,9 ± 8,2	21,5 ± 10,5
T-score fémur	-2,25 ± 0,21	-2,81 ± 0,98	-2,04 ± 1,03
T-score rachis	-0,90 ± 1,88	-1,06 ± 1,73	-1,29 ± 1,82
T-score avant-bras	-3,85 ± 0,60	-3,48 ± 1,40	-2,89 ± 1,36
DMO corps entier (kg/m ²)	0,69 ± 0,12	0,75 ± 0,16	0,79 ± 0,16
IMS (kg/m ²)	6,05 ± 0,57	5,82 ± 0,99	5,81 ± 0,87
Appui unipodal			
> 5 secondes	1	0	24
< 5 secondes	2	14	51
Vitesse de marche 4m (m/s)	2,41 ± 0,02	2,41 ± 1,24	1,83 ± 0,95
Hand grip (kg)	4,61 ± 1,71	9,50 ± 4,51	9,45 ± 3,82

NB 1 : IMC = Indice de Masse Corporelle, CIRS = Cumulative Illness Rating Scale (de 0 à 56, plus le score est bas, moins il y a de comorbidités), MMSE = Mini Mental Scale Examination (de 0 à 30, un score élevé est le reflet d'un meilleur résultat), ADL = échelle des activités de la vie quotidienne de Katz (de 0 à 6, un score élevé est le reflet d'un meilleur résultat), IADL = échelle d'activités instrumentales de la vie courante de Lawton (de 0 à 4, un score élevé est le reflet d'un meilleur résultat), DMO = Densité Minérale Osseuse, IMS = Index de Masse Musculaire Squelettique, Questionnaire AP = Score d'activité physique selon le questionnaire de Dijon.

NB 2 : résultats exprimés sous la forme de moyenne ± écart-type.

3,3% des patientes avaient un score d'activité physique selon le questionnaire de Dijon compris entre 0 et 10, soit un niveau d'activité physique considéré comme faible.

15,2% d'entre elles avaient un score compris entre 11 et 20, soit un niveau d'activité physique modéré.

81,5% d'entre elles avaient un score entre 21 et 30, soit un niveau d'activité physique important.

Le tableau 2 récapitule les caractéristiques des patientes en fonction du niveau d'activité physique selon le questionnaire de Dijon. Les 3 populations étaient similaires.

III- Relation entre la DMO et les différents compartiments corporels en fonction du niveau d'activité physique

1. En fonction de la MM et de la MG

Il existe une corrélation positive significative entre la DMO corps entier, la MM et le niveau d'activité physique (NAP) selon le score de Dijon. Ainsi, cette corrélation s'écrit de la façon suivante, avec le coefficient de corrélation devant la variable, suivi de l'intervalle de confiance et de la p-value.

$$\text{DMO} = 1,08.10^{-1} [-1,80.10^{-1}; 3,96.10^{-1}] + \text{MM} * 1,50.10^{-5} [7,88.10^{-6}; 2,20.10^{-5}] (p < 0,0001) + \text{NAP} * 7,41.10^{-3} [9,49.10^{-4}; 1,39.10^{-2}] (p = 0,0251)$$

Ainsi, la DMO est significativement associée à la MM à NAP égale.

Concernant le modèle de corrélation de la DMO corps entier en fonction de la MG et du NAP, il peut s'écrire de la façon suivante :

$$\text{DMO} = 5,46.10^{-1} [4,13.10^{-1}; 6,78.10^{-1}] + \text{MG} * 9,06.10^{-6} [6,41.10^{-6}; 1,2.10^{-5}] (p < 0,0001) + \text{NAP} * 2,18.10^{-3} [-3,69.10^{-3}; 8,05.10^{-3}] (p = 0,4633)$$

La DMO est donc significativement associée à la MG ($p < 0,0001$), mais pas en fonction du NAP ($p = 0,4633$).

Le modèle s'écrit donc de la façon suivante :

$$\text{DMO} = 5,46.10^{-1} [4,13.10^{-1} ; 6,78.10^{-1}] + \text{MG} * 9,06.10^{-6} [6,41.10^{-6} ; 1,20.10^{-5}] \quad (p < 0,0001)$$

Il existe une corrélation positive entre la DMO et la MG.

2. Régressions linéaires univariées

TABLEAU 3 : Résultats des régressions linéaires univariées, dans l'objectif d'expliquer la DMO en fonction des différentes variables

Variables	Effectif total N = 92	Estimation	Ecart-type	IC 95%	p-value
Age (années)	92	-0,01	0,00	[-0,01 ; 0,00]	0,0381
Poids (kg)	92	0,01	0,00	[0,00 ; 0,01]	<0,0001
IMC (kg/m²)	92	0,02	0,00	[0,01 ; 0,02]	<0,0001
MMSE (/30)	92	0,00	0,00	[-0,01 ; 0,01]	0,8529
ADL (/6)	92	0,02	0,02	[-0,02 ; 0,05]	0,3595
IADL (/4)	92	0,01	0,01	[-0,02 ; 0,04]	0,5858
CIRS (/56)	92	0,00	0,01	[-0,01 ; 0,01]	0,9679
Albuminémie (g/L)	81	0,01	0,00	[0,00 ; 0,01]	0,0064
25-OH vitamine D (ng/mL)	81	0,00	0,00	[-0,00 ; 0,00]	0,6186
T-score fémur	86	0,11	0,01	[0,09 ; 0,13]	<0,0001
T-score rachis	91	0,06	0,01	[0,05 ; 0,08]	<0,0001
T-score avant-bras	92	0,08	0,01	[0,06 ; 0,09]	<0,0001
IMS (kg/m²)	92	0,09	0,02	[0,06 ; 0,13]	<0,0001
Appui unipodal	92	0,02	0,04	[-0,05 ; 0,09]	0,5714
Vitesse de marche 4m (m/s)	90	-0,01	0,02	[-0,04 ; 0,02]	0,5795
Hand grip (kg)	92	0,01	0,00	[0,00 ; 0,02]	0,0019

NB 1 : IMC = Indice de Masse Corporelle, MMSE = Mini Mental Scale Examination (de 0 à 30, un score élevé est le reflet d'un meilleur résultat), ADL = échelle des activités de la vie quotidienne de Katz (de 0 à 6, un score élevé est le reflet d'un meilleur résultat), IADL = échelle d'activités instrumentales de la vie courante de Lawton (de 0 à 4, un score élevé est le reflet d'un meilleur résultat), CIRS = Cumulative Illness Rating Scale (de 0 à 56, plus le score est bas, moins il y a de comorbidités), IMS = Index de Masse Musculaire Squelettique, Questionnaire AP = Score d'activité physique selon le questionnaire de Dijon.

NB 2 : estimation = coefficient de corrélation, IC = Intervalle de Confiance.

Au travers de régressions linéaires univariées, nous avons testé l'association des différentes variables avec la DMO corps entier, dont les résultats sont décrits dans le tableau 3.

Ainsi, la DMO est corrélée de façon positive à l'âge ($p = 0,0381$), au poids ($p < 0,0001$), à l'IMC ($p < 0,0001$), à l'albuminémie ($p = 0,0064$), aux T-scores du fémur ($p < 0,0001$), du rachis ($p < 0,0001$) et de l'avant-bras ($p < 0,0001$), à l'IMS ($p < 0,0001$) et au hand grip ($p = 0,0019$).

3. Régression linéaire multivariée

En régression linéaire multivariée, il n'existe plus qu'une corrélation positive entre la DMO corps entier, le T-score du fémur et le T-score du rachis (tableau 4).

TABLEAU 4 : Résultats du modèle de régression linéaire multivariée, dans l'objectif d'expliquer la DMO en fonction des différentes variables

Variables	Effectif total N = 92	Estimation	Ecart-type	IC 95%	p-value
T-score fémur	86	0,04	0,01	[0,02 ; 0,06]	0,0008
T-score rachis	91	0,03	0,01	[0,02 ; 0,04]	<0,0001

NB : estimation = coefficient de corrélation linéaire, IC = Intervalle de Confiance.

III- Relation entre niveau d'activité physique et prévalences de l'ostéoporose et de la sarcopénie

1. Sarcopénie, ostéoporose, ostéopénie sur l'ensemble de la population étudiée

Dans la population totale étudiée, la prévalence de la sarcopénie était évaluée à 46,5%, de l'ostéoporose à 73,9%, et l'association ostéoporose-sarcopénie était retrouvée chez 38% de la population globale étudiée (tableau 5).

TABLEAU 5 : Prévalences de la sarcopénie, de l'ostéopénie, de l'ostéoporose, et de l'ostéoporose-sarcopénie dans l'ensemble de la population étudiée

Pathologie	Effectif N = 92	Pourcentage
Sarcopénie	43	46,5
Ostéopénie	18	19,6
Ostéoporose	68	73,9
Ostéoporose-Sarcopénie	35	38,0

2. Sarcopénie, ostéoporose en fonction du niveau d'activité physique

Dans le groupe présentant un faible niveau d'activité physique selon le questionnaire de Dijon, l'ostéoporose était évaluée à 80%, la sarcopénie à 20%, et l'association des deux à 20%.

Dans le groupe intermédiaire, l'ostéoporose s'élevait à 85,71%, la sarcopénie à 57,14%, et l'association des deux à 50%.

Enfin, dans le groupe présentant un niveau d'activité physique déclaré plus élevé, l'ostéoporose était retrouvée chez 71,23% des patientes, la sarcopénie chez 46,58%, et l'association des deux chez 35,62%.

Il n'existait pas de différence significative entre les 3 groupes, quelle que soit la pathologie considérée (tableau 6).

TABLEAU 6 : Prévalences de la sarcopénie, de l'ostéoporose, et de l'ostéoporose-sarcopénie dans les 3 groupes de niveau d'activité physique déterminés par le questionnaire de Dijon

	Questionnaire AP 0 à 10 <u>N = 3</u>	Questionnaire AP 11 à 20 <u>N = 14</u>	Questionnaire AP 21 à 30 <u>N = 75</u>	p-value
Ostéoporose (%)	80	85,71	71,23	0,5968
Sarcopénie (%)	20	57,14	46,58	0,4392
Ostéoporose-Sarcopénie (%)	20	50	35,62	0,4584

NB : AP = Activité Physique, p-value selon le test de Fisher Exact.

IV- Relation entre tests de performances physiques et prévalences de l'ostéoporose et de la sarcopénie

1. En fonction de la vitesse de marche et du hand grip

(1) Ostéoporose

Il n'y a pas de différence significative entre les moyennes de vitesse de marche sur 4 mètres chez les patientes présentant une ostéoporose versus celles qui n'en ont pas ($p = 0,6680$).

Il en est de même concernant les moyennes du hand grip ($p = 0,3552$).

Les résultats sont développés dans le tableau 7.

TABLEAU 7 : Comparaison des moyennes de la vitesse de marche sur 4 mètres et du hand grip en fonction de la présence ou non d'une ostéoporose

	Absence d'ostéoporose		Ostéoporose		p-value
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	
Vitesse de marche sur 4m (m/s)	1,86	0,60	1,96	1,12	0,6680
Hand grip (kg)	9,99	3,72	9,13	3,97	0,3552

NB : p-value selon le test de Wilcoxon pour la vitesse de marche, selon le test de Student pour le hand grip.

(2) Sarcopénie

Il n'y a pas de différences significatives entre les moyennes de vitesse de marche sur 4 mètres des patientes sarcopéniques et des patientes non sarcopéniques ($p = 0,8142$).

De même pour le hand grip ($p = 0,5224$).

L'ensemble de ces résultats est décrit dans le tableau 8.

TABLEAU 8 : Comparaison des moyennes de la vitesse de marche sur 4 mètres et du hand grip en fonction de la présence ou non de sarcopénie

	Absence de sarcopénie		Sarcopénie		p-value
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	
Vitesse de marche sur 4m (m/s)	1,87	0,69	2,00	1,29	0,8142
Hand grip (kg)	9,6	4,05	9,08	3,77	0,5224

NB : p-value selon le test de Wilcoxon pour la vitesse de marche, selon le test de Student pour le hand grip.

(3) Ostéoporose-sarcopénie

De la même façon, concernant l'association ostéoporose-sarcopénie, nous ne retrouvons pas de différences significatives dans les moyennes de vitesse de marche ($p = 0,5838$) et du hand grip ($p = 0,4027$) entre les patientes présentant ces pathologies associées et celles qui ne les ont pas. Les résultats sont explicités dans le tableau 9.

TABLEAU 9 : Comparaison des moyennes de la vitesse de marche sur 4 mètres et du hand grip en fonction de la présence ou non d'une ostéoporose-sarcopénie

	Absence d'ostéoporose-sarcopénie		Ostéoporose- sarcopénie		p-value
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	
Vitesse de marche sur 4m (m/s)	1,87	0,67	2,04	1,44	0,5838
Hand grip (kg)	9,62	3,86	8,91	4,00	0,4027

NB : p-value selon le test de Wilcoxon pour la vitesse de marche, selon le test de Student pour le hand grip.

2. En fonction de l'appui unipodal

Il n'est pas retrouvé de différences significatives entre les prévalences de l'ostéoporose, de la sarcopénie et de l'ostéoporose-sarcopénie en comparant les groupes « appui unipodal < 5 secondes » et « appui unipodal > 5 secondes ».

Le tableau 10 récapitule ces résultats, avec les valeurs des p-value associées.

TABLEAU 10 : Prévalences de l'ostéoporose, de la sarcopénie et de l'ostéoporose-sarcopénie en fonction de la durée d'appui unipodal

	Appui unipodal < 5s N = 67	Appui unipodal > 5s N = 25	p-value
Ostéoporose (%) N = 68	70,15	84,00	0,1783
Sarcopénie (%) N = 33	44,78	52,00	0,5367
Ostéoporose-Sarcopénie (%) N = 35	32,84	48,00	0,1801

NB : p-value selon le test du Khi².

V- Associations entre ostéoporose/sarcopénie et co-variables

1. Régressions linéaires univariées et multivariées concernant l'ostéoporose

(1) Régressions linéaires univariées

Au travers de régressions linéaires univariées, nous avons testé l'association des différentes variables avec le diagnostic d'ostéoporose, dont les résultats sont décrits dans le tableau 11.

Ainsi, l'âge est un facteur de risque d'ostéoporose ($p = 0,0016$), tandis que le poids, l'IMC et l'IMS sont des facteurs protecteurs (respectivement $p = 0,0001$, $p = 0,0006$ et $p = 0,0041$).

TABLEAU 11 : Résultats des régressions linéaires univariées, dans l'objectif d'expliquer le diagnostic d'ostéoporose en fonction des différentes variables

Variables	Effectif total N = 92	OR	IC 95%	p-value
Age (années)	92	1,20	[1,07 ; 1,35]	0,0016
Poids (kg)	92	0,93	[0,89 ; 0,96]	0,0001
IMC (kg/m²)	92	0,83	[0,75 ; 0,93]	0,0006
MMSE (/30)	92	1,00	[0,91 ; 1,10]	0,9891
ADL (/6)	92	0,78	[0,46 ; 1,33]	0,3615
IADL (/4)	92	0,98	[0,66 ; 1,45]	0,9031
CIRS (/56)	92	0,99	[0,82 ; 1,20]	0,9566
Albuminémie (g/L)	81	1,00	[0,92 ; 1,08]	0,9270
25-OH vitamine D (ng/mL)	81	1,01	[0,98 ; 1,05]	0,4400
IMS (kg/m²)	92	0,41	[0,22 ; 0,75]	0,0041
Questionnaire AP (/30)	92	0,93	[0,83 ; 1,05]	0,2599
Appui unipodal	92	0,45	[0,14 ; 1,47]	0,1857
Vitesse de marche 4m (m/s)	90	1,12	[0,67 ; 1,86]	0,6720
Hand grip (kg)	92	0,94	[0,84 ; 1,07]	0,3518

NB 1 : IMC = Indice de Masse Corporelle, MMSE = Mini Mental Scale Examination (de 0 à 30, un score élevé est le reflet d'un meilleur résultat), ADL = échelle des activités de la vie quotidienne de Katz (de 0 à 6, un score élevé est le reflet d'un meilleur résultat), IADL = échelle d'activités instrumentales de la vie courante de Lawton (de 0 à 4, un score élevé est le reflet d'un meilleur résultat), CIRS = Cumulative Illness Rating Scale (de 0 à 56, plus le score est bas, moins il y a de comorbidités), IMS = Index de Masse Musculaire Squelettique, Questionnaire AP = Score d'activité physique selon le questionnaire de Dijon.

NB 2 : OR = Odds Ratio, IC = Intervalle de Confiance.

(2) Régression linéaire multivariée

En régression linéaire multivariée, seul l'âge ressort comme étant un facteur de risque d'ostéoporose (tableau 12).

TABLEAU 12 : Résultats du modèle de régression linéaire multivariée, dans l'objectif d'expliquer le diagnostic d'ostéoporose en fonction des différentes variables

Variables	Effectif total N = 92	OR	IC 95%	p-value
Age (années)	92	1,27	[1,09 ; 1,48]	0,0021

NB : OR = Odds Ratio, IC = Intervalle de Confiance.

2. Régressions linéaires univariées et multivariées concernant la sarcopénie

(1) Régressions linéaires univariées

Le poids, l'IMC et la DMO corps entier sont des facteurs protecteurs de sarcopénie (avec p-value respectivement à 0,0001, < 0,0001 et à 0,0010). Les résultats figurent dans le tableau 13.

TABLEAU 13 : Résultats des régressions linéaires univariées, dans l'objectif d'expliquer le diagnostic de sarcopénie en fonction des différentes variables

Variables	Effectif total N = 92	OR	IC 95%	p-value
Age (années)	92	0,96	[0,88 ; 1,05]	0,3505
Poids (kg)	92	0,93	[0,89 ; 0,96]	0,0001
IMC (kg/m²)	92	0,75	[0,65 ; 0,85]	<0,0001
MMSE (/30)	92	0,97	[0,89 ; 1,05]	0,4109
ADL (/6)	92	0,98	[0,65 ; 1,50]	0,9406
IADL (/4)	92	1,33	[0,93 ; 1,91]	0,1154
CIRS (/56)	92	0,99	[0,84 ; 1,17]	0,9026
Albuminémie (g/L)	81	0,93	[0,86 ; 1,00]	0,0530
25-OH vitamine D (ng/mL)	81	1,01	[0,98 ; 1,04]	0,6403
IMS (kg/m ²)	92	0,00	[0,00 ; 16,45]	0,0631
DMO corps entier (kg/m²)	92	0,00	[0,00 ; 0,12]	0,0010
T-score fémur	86	0,66	[0,43 ; 1,02]	0,0638
T-score rachis	91	0,75	[0,58 ; 0,98]	0,0318
T-score avant-bras	92	0,77	[0,57 ; 1,05]	0,0988
Questionnaire AP (/30)	92	1,00	[0,92 ; 1,10]	0,9374
Appui unipodal	92	0,75	[0,30 ; 1,88]	0,5373
Vitesse de marche 4m (m/s)	90	1,14	[0,75 ; 1,74]	0,5334
Hand grip (kg)	92	0,97	[0,87 ; 1,07]	0,5179

NB 1 : IMC = Indice de Masse Corporelle, MMSE = Mini Mental Scale Examination (de 0 à 30, un score élevé est le reflet d'un meilleur résultat), ADL = échelle des activités de la vie quotidienne de Katz (de 0 à 6, un score élevé est le reflet d'un meilleur résultat), IADL = échelle d'activités instrumentales de la vie courante de Lawton (de 0 à 4, un score élevé est le reflet d'un meilleur résultat), CIRS = Cumulative Illness Rating Scale (de 0 à 56, plus le score est bas, moins il y a de comorbidités), IMS = Index de Masse Musculaire Squelettique, Questionnaire AP = Score d'activité physique selon le questionnaire de Dijon.

NB 2 : OR = Odds Ratio, IC = Intervalle de Confiance.

(2) Régression linéaire multivariée

Aucune variable ne ressort significativement de l'analyse multivariée.

VI- Relation entre la DMO et les différents compartiments corporels en fonction des tests de performances physiques

1. DMO, MM et tests de performances physiques

(1) DMO, MM et hand grip

Il existe une corrélation positive significative entre la DMO corps entier, la MM et le hand grip, écrite de la façon suivante :

$$\text{DMO} = 2,58.10^{-1} [1,88.10^{-1}; 4,96.10^{-1}] + \text{MM} * 1,20.10^{-5} [5,47.10^{-6}; 1,90.10^{-5}] (p = 0,0006) + \text{Hand Grip} * 1,03.10^{-2} [2,58.10^{-3}; 1,79.10^{-2}] (p = 0,0095)$$

La DMO est donc significativement associée à la MM à résultat de hand grip équivalent.

(2) DMO, MM et Vitesse de marche sur 4 mètres

$$\text{DMO} = 3,34.10^{-1} [7,56.10^{-2}; 5,93.10^{-1}] + \text{MM} * 1,4.10^{-5} [6,35.10^{-6}; 2,10.10^{-5}] (p = 0,0003) + \text{Vitesse de marche sur 4m} * -9,01.10^{-3} [-3,98.10^{-2}; 2,18.10^{-2}] (p = 0,5621)$$

La DMO est positivement corrélée à la MM ($p = 0,0003$), mais pas en fonction de la vitesse de marche ($p = 0,5621$).

Le modèle s'écrit donc de la manière suivante :

$$\text{DMO} = 3,34.10^{-1} [7,56.10^{-2}; 5,93.10^{-1}] + \text{MM} * 1,40.10^{-5} [6,35.10^{-6}; 2,10.10^{-5}] (p = 0,0003)$$

(3) DMO, MM et appui unipodal

$$\text{DMO} = 2,91.10^{-1} [4,37.10^{-2}; 5,38.10^{-1}] + \text{MM} * 1,40.10^{-5} [7,01.10^{-6}; 2,10.10^{-5}] (p = 0,0002) + \text{Appui unipodal} * 3,49.10^{-3} [-6,55.10^{-2}; 7,25.10^{-2}] (p = 0,9201)$$

La DMO est positivement corrélée à la MM ($p = 0,0002$), mais pas en fonction de l'aptitude au maintien de l'appui unipodal plus de 5 secondes ($p = 0,9201$).

Le modèle s'écrit donc de la manière suivante :

$$\text{DMO} = 2,91.10^{-1} [4,37.10^{-2}; 5,38.10^{-1}] + \text{MM} * 1,40.10^{-5} [7,01.10^{-6}; 2,10.10^{-5}] (p = 0,0002)$$

2. DMO, MG et tests de performances physiques

(1) DMO, MG et hand grip

Il existe une corrélation positive entre la DMO corps entier, la MG et le hand grip :

$$\text{DMO} = 5,35 \cdot 10^{-1} [4,57 \cdot 10^{-1}; 6,13 \cdot 10^{-1}] + \text{MG} * 8,57 \cdot 10^{-6} [5,95 \cdot 10^{-6}; 1,10 \cdot 10^{-5}] (p < 0,0001) + \text{Hand Grip} * 7,39 \cdot 10^{-3} [5,41 \cdot 10^{-5}; 1,42 \cdot 10^{-2}] (p = 0,0348)$$

La DMO est donc positivement corrélée à la MG à score de hand grip équivalent.

(2) DMO, MG et vitesse de marche sur 4 mètres

$$\text{DMO} = 6,12 \cdot 10^{-1} [5,31 \cdot 10^{-2}; 6,93 \cdot 10^{-1}] + \text{MG} * 9,06 \cdot 10^{-6} [6,43 \cdot 10^{-6}; 1,20 \cdot 10^{-5}] (p = 0,0003) + \text{Vitesse de marche sur 4m} * -8,11 \cdot 10^{-5} [-3,49 \cdot 10^{-2}; 1,87 \cdot 10^{-2}] (p = 0,5484)$$

La DMO est positivement corrélée à la MG ($p = 0,0003$), mais pas en fonction de la vitesse de marche sur 4 mètres ($p = 0,5484$).

Le modèle s'écrit donc de la façon suivante :

$$\text{DMO} = 6,12 \cdot 10^{-1} [5,31 \cdot 10^{-2}; 6,93 \cdot 10^{-1}] + \text{MG} * 9,06 \cdot 10^{-6} [6,43 \cdot 10^{-6}; 1,20 \cdot 10^{-5}] (p = 0,0003)$$

(3) DMO, MG et appui unipodal

$$\text{DMO} = 5,96 \cdot 10^{-1} [5,26 \cdot 10^{-1}; 6,66 \cdot 10^{-1}] + \text{MG} * 9,35 \cdot 10^{-6} [6,71 \cdot 10^{-6}; 1,20 \cdot 10^{-5}] (p < 0,0001) + \text{Appui unipodal} * -1,21 \cdot 10^{-2} [-7,23 \cdot 10^{-2}; 4,80 \cdot 10^{-2}] (p = 0,6894)$$

La DMO corps entier est positivement corrélée à la MG ($p < 0,0001$), mais pas en fonction de l'aptitude à un appui unipodal de plus de 5 secondes ($p = 0,6894$).

Le modèle s'écrit donc de la manière suivante :

$$\text{DMO} = 5,96 \cdot 10^{-1} [5,26 \cdot 10^{-1}; 6,66 \cdot 10^{-1}] + \text{MG} * 9,35 \cdot 10^{-6} [6,71 \cdot 10^{-6}; 1,20 \cdot 10^{-5}] (p < 0,0001)$$

DISCUSSION

I- Synthèse des principaux résultats

Notre étude a permis de mettre en évidence une corrélation positive significative entre la DMO corps entier, la MM et le niveau d'activité physique déterminé par le score de Dijon. Par ailleurs, la DMO corps entier est significativement corrélée de façon positive à la MG, mais pas en fonction du niveau d'activité physique.

Nous avons également trouvé que la DMO est corrélée de façon positive à l'âge, au poids, à l'IMC, à l'albuminémie, à l'IMS et au hand grip.

Dans notre étude, la prévalence globale de la sarcopénie était évaluée à 46,5%, et celle de l'ostéoporose à 73,9%. L'association des deux était fréquente, dans plus d'un tiers de la population. L'étude de la prévalence de ces pathologies dans les différents groupes de niveau d'activité physique selon le score de Dijon n'a pas permis de mettre en évidence de différences significatives.

Notre étude n'a pas mis en évidence de relation entre la prévalence de l'ostéoporose ou de la sarcopénie en fonction de l'aptitude aux tests de performances physiques.

L'âge serait un facteur de risque d'ostéoporose, alors que le poids, l'IMC et l'IMS seraient des facteurs protecteurs. En analyse multivariée, seul l'âge reste un facteur de risque d'ostéoporose. Concernant la sarcopénie, le poids, l'IMC et la DMO seraient des facteurs protecteurs.

Enfin, une corrélation positive entre la DMO corps entier, la MM et le hand grip a été trouvée. Cette corrélation positive existe également entre la DMO corps entier, la MG et le hand grip.

II- Discussion autour de la méthode et de la population

1. Etude de la représentativité de la population

Les patientes recrutées au cours de cette étude provenaient majoritairement de leur domicile, avec un niveau d'autonomie fonctionnelle correct, peu de comorbidités associées, et un fonctionnement cognitif globalement préservé.

Nous pouvons expliquer ces données du fait du recrutement des patientes. En effet, que ces femmes aient été vues en consultation sur le plateau ambulatoire, ou en service de soins de suite ou de médecine aiguë gériatrique, l'ostéodensitométrie leur était proposée quand il était estimé qu'elles étaient à risque d'ostéoporose et pouvaient bénéficier d'un traitement pour lutter contre cette pathologie. Or, faire le diagnostic d'ostéoporose et proposer un traitement n'ont d'intérêt que lorsque les patientes conservent un certain degré d'autonomie fonctionnelle. Dès lors, il s'agissait d'un biais de sélection, les patientes recrutées présentant d'emblée un bon état général.

Notre population d'étude n'est donc pas totalement représentative de l'ensemble des femmes de plus de 75 ans.

2. Concernant la méthode

L'absorptiométrie étant un examen opérateur-dépendant, toutes les mesures ont été réalisées par le même opérateur, évitant un biais de mesure.

A la phase initiale de l'étude, la passation du questionnaire ainsi que des tests de performances physiques était réalisée par ce même opérateur. Malheureusement, pour des raisons d'organisation de service, cela n'a pas été possible pour la totalité des mesures.

Par ailleurs, le recours à un hétéro-questionnaire expose au biais de classement, l'enquêteur pouvant moduler les réponses du sujet en fonction de son propre jugement.

Certaines données sont également manquantes. Ainsi, la vitesse de marche n'était pas réalisable pour toutes les patientes (il en manque seulement 2), et l'albuminémie et la concentration sérique en 25-OH vitamine D n'étaient pas systématiquement disponibles.

De plus, des facteurs de confusion n'ont pas été pris en compte dans notre étude. Les apports journaliers en calcium, en vitamine D, les habitudes alimentaires, les consommations d'alcool et de tabac n'ont pas été identifiées.

Enfin, le nombre de sujets étudiés reste faible pour réaliser une étude en sous-groupes en fonction du niveau d'activité physique.

III- Discussion autour des résultats

1. Description de la population étudiée

Dans notre population, 63% des patientes présentaient une carence en vitamine D et, pour la majorité, avaient déjà chuté à plusieurs reprises avant l'inclusion dans l'étude.

Concernant la dénutrition, sa prévalence était importante : 30,4% selon l'IMC, et 46,7% selon l'albuminémie. D'après les données de la HAS en 2007 [33], la prévalence de la dénutrition varie de 4 à 10% pour les personnes âgées vivant à domicile. Dès lors où elles présentent une perte d'autonomie fonctionnelle (dont témoigne la présence d'aides à domicile), cette prévalence peut atteindre les 20 à 30%. En institution, les chiffres varient entre 15 et 38%. Et à l'hôpital, considérant le risque d'hypercatabolisme lié aux pathologies, la prévalence de la dénutrition s'élève de 50 à 60%. Dans notre étude, nous n'avons pas relevé la proportion de patientes hospitalisées au moment de l'inclusion, comparativement à celles venant du domicile. Cependant, l'ostéodensitométrie était majoritairement faite à la demande d'un service hospitalier.

Il est également à noter que selon les données de l'albuminémie, la prévalence de la dénutrition est plus importante. Ces résultats sont concordants avec l'étude de *Guigoz et al* [104], qui retrouve cette tendance, quel que soit le lieu de vie considéré. Cela peut être expliqué par le statut inflammatoire du patient, dont l'albuminémie est dépendante, et qui n'est pas pris en compte dans la définition de la dénutrition.

Ainsi, la population étudiée est une population intermédiaire, présentant des facteurs de risque de vulnérabilité, correspondant à la population cible d'une telle étude.

Concernant les possibilités de maintien d'un appui unipodal plus de 5 secondes, seulement 27,2% des patientes en étaient capables. Les patientes incluses déclaraient pourtant avoir un niveau d'activité physique élevé (75 patientes sur 92 présentant un score supérieur à 21 au questionnaire d'activité physique de Dijon). L'appui unipodal est représentatif de plusieurs fonctions : la force musculaire du moyen fessier, mais aussi les capacités d'équilibre de l'individu. L'échec concernant les possibilités d'un appui unipodal n'est donc pas seulement le reflet d'un manque de force musculaire, mais aussi de troubles de l'équilibre. Par ailleurs, l'hétéro-questionnaire de Dijon apporte des informations subjectives sur le niveau d'activité physique des patientes, contrairement à l'objectivité de la mesure de l'appui unipodal. L'appui unipodal est un test prédictif du risque de chute, ce qui prouve de nouveau que la population étudiée est une population intermédiaire présentant des facteurs de vulnérabilité.

Seules 3 patientes déclaraient avoir un niveau d'activité physique faible selon l'hétéro-questionnaire de Dijon. Ce résultat est à mettre en relation avec le biais de sélection dont nous avons précédemment discuté, les patientes recrutées présentant un bon niveau d'autonomie fonctionnelle.

En analysant les patientes en 3 sous-groupes selon leur niveau d'activité physique au questionnaire de Dijon, il n'existe pas de différences significatives dans la description entre ces 3 groupes. L'effectif global de la population étudiée restant modeste, l'étude manque de puissance pour observer des résultats significatifs en sous-groupes.

2. Corrélations entre DMO corps entier, MM/MG et niveau d'activité physique

Au cours de cette étude, il a été mis en évidence une corrélation positive significative entre la DMO corps entier, la MM et le niveau d'activité physique déterminé par le score de Dijon. Par contre, la DMO corps entier est significativement corrélée de façon positive à la MG, mais pas en fonction du niveau d'activité physique.

En 2016, *He et al* [105] ont étudié une population de 17 891 sujets femmes et hommes de moins de 65 ans. Ils ont alors montré une association positive et significative entre la DMO corps entier et la MM. Par contre, il était mis en évidence une corrélation négative entre la DMO et la MG.

D'autres études [12, 13] ont révélé des associations significatives positives entre MM et masse osseuse indépendamment de l'âge, de la taille et du niveau d'activité physique. Et chez les femmes âgées de plus de 65 ans, la masse grasse était également positivement associée à la masse osseuse.

Dans une étude de 2017 [106], reposant sur la cohorte de l'étude Pro-Saude au Brésil (100 femmes en pré-ménopause, contre 166 en post-ménopause), la MG était inversement associée à la DMO corps entier avant la ménopause, alors que l'association était positive après.

La population étudiée dans notre étude correspond à des patientes à distance de la ménopause avec des résultats d'association positive entre la DMO corps entier et la MG concordant aux résultats de la littérature chez des femmes âgées. Ces résultats s'expliquent par le rôle majeur du tissu adipeux. En effet, la masse grasse est l'une des principales sources d'aromatase, enzyme capable de synthétiser des œstrogènes à partir de précurseurs d'androgènes. Ces œstrogènes extra-gonadiques sont capables de participer à la régulation de l'homéostasie du squelette en favorisant l'activité des ostéoblastes et en freinant l'action des ostéoclastes. La carence hormonale liée à la ménopause est alors limitée, ce qui permet de freiner les effets délétères de cette dernière sur la densité osseuse [92].

Plusieurs études ont montré que l'influence de la MG sur la DMO augmente après la ménopause, comparativement à la période de pré-ménopause ou chez des femmes jeunes [93, 94, 95].

D'autres études [81, 99] ont mis en évidence que, chez les femmes ménopausées pratiquant une activité physique régulière, la masse maigre était liée à la DMO du rachis lombaire alors que, chez les femmes sédentaires, la DMO des mêmes sites était liée à la fois à la masse maigre et à la masse grasse.

Par ailleurs, en régression linéaire univariée, nous avons trouvé que la DMO était corrélée de façon positive à l'âge, au poids, à l'IMC, à l'albuminémie, à l'IMS et au hand grip.

Le lien entre le poids, l'IMC et le risque d'ostéoporose est bien établi : plus le poids ou l'IMC est élevé, meilleure est la DMO corps entier [13]. Ces effets du poids sur la DMO s'expliquent

par les contraintes et les forces mécaniques exercées sur l'os, via les muscles, qui stimulent le processus de formation osseuse sous l'action des ostéoblastes [66].

He et al [105], en 2016, ont également mis en évidence cette corrélation positive entre la DMO corps entier et le hand grip.

Nos résultats s'accordent aux données de la littérature, et montrent l'importance de préserver la MM par l'activité physique pour maintenir la DMO corps entier. Par ailleurs, il semble indispensable de maintenir un poids stable, y compris un taux de MG satisfaisant, dans l'objectif de préserver la DMO en population gériatrique.

3. Prévalences de l'ostéoporose et de la sarcopénie en fonction du niveau d'activité physique

Dans notre étude, la prévalence globale de la sarcopénie était évaluée à 46,5%, et celle de l'ostéoporose à 73,9%. L'association des deux était fréquente, dans plus d'un tiers de la population.

Dans une étude de 2010 [107], la prévalence de la sarcopénie varie de 5 à 13 % chez les patients entre 60 et 70 ans, et de 11 à 50% au-delà de 80 ans. Il est délicat, à l'heure actuelle, d'apporter des chiffres précis au regard des définitions multiples de la sarcopénie. Cependant, notre population étudiée ayant un âge moyen de 84,7 ans, la prévalence de la sarcopénie est concordante avec les résultats de la littérature. Quant à l'ostéoporose densitométrique, en France, elle était estimée en 2005 à près de 70% des femmes de plus de 80 ans [1], ce qui correspond à la prévalence que nous avons trouvée.

L'étude de la prévalence de ces pathologies dans les différents groupes de niveau d'activité physique selon le score de Dijon n'a pas permis de mettre en évidence de différences significatives. Cette absence de différence est liée à un biais de sélection, avec une population présentant un bon état général et un fonctionnement physique relativement préservé, excluant par conséquent l'étude d'un groupe à faible niveau d'activité physique. Par ailleurs, l'effectif global était insuffisant pour envisager des études en sous-groupes.

Notre étude n'a pas mis en évidence de relation entre la prévalence de l'ostéoporose ou de la sarcopénie en fonction de l'aptitude aux tests de performances physiques.

Une revue de littérature basée sur 33 articles scientifiques, parue en 2010 [108], a étudié MG et MM comme éléments prédicteurs des performances physiques (tels que la vitesse de marche, le Timed Up and Go Test, le SPPB, l'appui unipodal, le hand grip, le test de relevé d'une chaise). Il en résulte que la MM serait associée à de meilleures performances physiques. Une autre étude récente, de 2015 [109], semble conduire à des résultats similaires.

4. Associations entre ostéoporose/sarcopénie et co-variables

Dans notre étude, l'âge serait un facteur de risque d'ostéoporose, alors que le poids, l'IMC et l'IMS seraient des facteurs protecteurs. En analyse multivariée, seul l'âge reste un facteur de risque d'ostéoporose. Concernant la sarcopénie, le poids, l'IMC et la DMO seraient des facteurs protecteurs.

Dans leur étude, *He et al* [105] ont estimé que les sujets souffrant de sarcopénie, selon la définition de l'*EWGSOP* [5], avaient un risque multiplié par 2 d'être ostéoporotiques.

De la même façon, une étude de 2011 [110] portant sur 313 femmes de plus de 80 ans, présentant une fracture du col fémoral et qui étaient sarcopéniques, montrait qu'elles avaient un risque multiplié par 1,8 d'être également ostéoporotiques.

Par ailleurs, comme nous avons pu l'expliquer ci-dessus, le lien entre le poids, l'IMC et le risque d'ostéoporose est bien établi, ces éléments étant protecteurs de la DMO corps entier [13].

Les résultats de notre étude coïncident donc avec la littérature actuelle : le poids et la masse musculaire seraient des facteurs protecteurs vis-à-vis de l'ostéoporose. En effet, ces deux éléments sont à l'origine de contraintes mécaniques sur l'os.

Notre étude montrerait également un effet protecteur de la DMO sur la sarcopénie, mais ce résultat disparaît en analyse multivariée, et nécessiterait un échantillon de population plus important pour être éventuellement confirmé.

5. Corrélations entre DMO corps entier, MM/MG et tests de performances physiques

Dans notre étude, une corrélation positive entre la DMO corps entier, la MM et le hand grip a été trouvée. Cette corrélation positive existe également entre la DMO corps entier, la MG et le hand grip. Par contre, cette relation n'est pas retrouvée en considérant la vitesse de marche sur 4 mètres et l'aptitude à un appui unipodal supérieur à 5 secondes.

Dans la littérature, l'étude de *He et al* [105] a également montré que la force de préhension était significativement associée à la DMO quel que soit le site corporel considéré.

Ainsi, la force de préhension est un facteur important dans le diagnostic de la sarcopénie selon la définition de l'*EWGSOP* [5]. Le hand grip peut refléter le niveau de contrainte mécanique que les contractions musculaires et les mouvements entraînent sur l'os.

Ces résultats suggéreraient que l'amélioration de la force musculaire permettrait de bénéficier autant à la préservation des muscles que de l'os.

Pour ce qui est de l'appui unipodal, qui est peu réussi dans notre population (27,2% d'appui supérieur à 5 secondes), aucune corrélation n'est mise en évidence. Cependant, ce test est important en pratique clinique pour analyser les capacités d'équilibre du patient. En revanche, il est moins représentatif de la force ou de la fonction musculaire. Cela explique donc son faible impact sur la DMO ou la MM. Dans notre étude, la vitesse de marche n'est pas discriminante. Elle reflète la fonction musculaire et non la puissance. En ce sens, elle n'est pas le reflet d'une contrainte sur l'os, ce qui pourrait expliquer une moindre association.

CONCLUSION

Ostéoporose et sarcopénie sont des pathologies fréquentes en population gériatrique, conduisant à de nombreuses complications communes : les chutes associées au risque de fractures, la perte de mobilité, le handicap physique, la dépendance fonctionnelle, la nécessité d'hospitalisation ou d'entrée en institution, jusqu'au décès. Dans un objectif de compression de la morbidité et de préservation de la qualité de vie, comprendre les interactions entre ces pathologies, pour proposer des axes de prévention efficaces, est un enjeu capital.

Dans notre étude, nous avons montré qu'il existait une corrélation positive entre la DMO, la MM et le niveau d'activité physique. De plus, le hand grip, test de performance physique représentatif de la force musculaire, est associé à la DMO. Par ailleurs, la masse musculaire semblerait être un facteur protecteur vis-à-vis de l'ostéoporose. Cette étude confirme donc l'effet positif de l'activité physique, notamment les activités qui renforcent la puissance musculaire, pour conserver masse et force musculaire dans un objectif de préservation de la qualité osseuse.

Nous avons également montré que la MG joue un rôle protecteur de la DMO. Son rôle n'est pas lié à l'activité physique, mais aux contraintes que jouent cette masse sur la structure osseuse, et donc sa formation. Par ailleurs, à distance de la ménopause, la MG joue un rôle hormonal protecteur en étant source d'aromatase à l'origine d'œstrogènes et donc d'une formation osseuse.

Enfin, en plus de l'activité physique qui joue un rôle protecteur majeur de l'ostéoporose et de la sarcopénie, la nutrition et le maintien d'un poids stable avec le vieillissement sont d'autres armes indispensables pour lutter contre la sarcopénie et l'ostéoporose.

Ce travail renforce le concept d'une double relation entre os et compartiments corporels et plaide pour que l'activité physique, les mesures nutritionnelles, et les traitements agissant sur le remodelage osseux, soient menés de façon conjointe, afin de réduire le nombre de chutes et d'amplifier le gain en densité osseuse.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] HAS, Haute Autorité de Santé. Prévention, diagnostic et traitement de l'ostéoporose 2006. [En ligne]
http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/osteoporose_synthese.pdf
Consulté le 10 décembre 2016.
- [2] Kanis JA, McCloskey EV, Johanson H, Cooper C, Rizzoli R, Reginster JY, et al. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporos Int*. 2013;24(1):23-57.
- [3] Belmin J, Chassagne P, Friocourt P, Gonthier R, Jeandel C, Nourhashemi F. *Gériatrie*. 2^e ed. Issy-les-Moulineaux : Masson; 2009, 835 p.
- [4] Boirie Y, Cesari M, Cherin P, Godeau P. *La sarcopénie*. Paris : Springer Healthcare; 2013, 206 p.
- [5] Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010;39(4):412-423.
- [6] Gillette-Guyonnet S, Nourhashemi F, Lauque S, Grandjean H, Vellas B. Body composition and osteoporosis in elderly women. *Gerontology*. 2000;46(4):189-93.
- [7] Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med*. 1988;319(26):1701-7.
- [8] Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, Lipsitz LA, Miller JP, Mulrow CD, et al. The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. *Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques*. *JAMA*. 1995;273(17):134-7.
- [9] Pyka G, Linderberger E, Charrette S, Marcus R. Muscle strength and fiber adaptations to a year-long resistance training program in elderly men and women. *J Gerontol*. 1994;49(1):M22-7.
- [10] Reid IR, Ames R, Evans MC, Sharpe S, Gamble G, France JT, et al. Determinants of total body and regional bone mineral density in normal postmenopausal women: a key role for fat mass. *J Clin Endocrinol Metab*. 1992;75(1):45-51.
- [11] Bleicher K, Cumming RG, Naganathan V, Trivison TG, Sambrook PN, Blyth FM, et al. The role of fat and lean mass in bone loss in older men: findings from the CHAMP study. *Bone*. 2011;49(6):1299-305.
- [12] Hinriksdottir G, Arngrimsson SA, Misic MM, Evans EM. Lean soft tissue contributes more to bone health than fat mass independent of physical activity in women across the lifespan. *Maturitas*. 2013;74(3):264-9.

- [13] Gomez-Cabello A, Ara I, Gonzalez-Aguero A, Casajus JA, Vicente-Rodriguez G. Fat mass influence on bone mass is mediated by the independent association between lean mass and bone mass among elderly women: a cross-sectional study. *Maturitas*. 2013;74(1):44-53.
- [14] Ritz P. Modifications de la composition corporelle au cours du vieillissement. *Cholé-Doc*. 2006;97. [En ligne].
http://doc.hubsante.org/opac_css/doc_num.php?explnum_id=7948
Consulté le 18 décembre 2016
- [15] Janssen I, Heymsfield SB, Wang Z, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *J Appl Physiol*. 2000;89(1):81-8.
- [16] Kyle UG, Genton L, Slosman DO, Pichard C. Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. *Nutrition*. 2001;17(7-8):534-41.
- [17] Gillette-Guyonnet S, Nourhashemi F, Andrieu S, Cantet C, Albarède JL, Vellas B, et al. Body composition in French women 75+ years of age: the EPIDOS study. *Mech Ageing Dev*. 2003;124(3):311-6.
- [18] Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV, et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006;61(10):1059-64.
- [19] Hébuterne X, Alix E, Raynaud-Simon A, Vellas B. *Traité de nutrition de la personne âgée*. Paris : Springer; 2009, 312 p.
- [20] Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*. 1998;147(8):755-63.
- [21] Studenski S, Perera S, Patel K, Rosano C, Faulkner K, Inzitari M et al. Gait speed and survival in older adults. *JAMA*. 2011;305(1):50-8.
- [22] Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Di Iorio A, et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol* (1985). 2003;95(5):1851-60.
- [23] Chen LK, Liu LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Bahyah KS, et al. Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*. 2014;15:95-101.
- [24] Podsiadlo D, Richardson S. The Timed « Up & Go »: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. 1991;14:142-148.

- [25] Guralnik JM, Ferrucci L, Pieper CF, Leveille SG, Markides KS, Ostir GV et al. Lower extremity function and subsequent disability: consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000;55(4):M221-231.
- [26] Bonnefoy M, Jauffret M, Kostka T, Jusot JF. Usefulness of calf circumference measurement in assessing the nutritional state of hospitalized elderly people. *Gerontology*. 2002;48(3):162-9.
- [27] Doherty TJ. Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* (1985). 2003;95(4):1717-27.
- [28] Boirie Y, Gachon P, Beaufrère B. Splanchnic and whole-body leucine kinetics in young and elderly men. *Am J Clin Nutr*. 1997;65(2):489-95.
- [29] Breen L, Phillips SM. Skeletal muscle protein metabolism in the elderly: interventions to counteract the 'anabolic resistance' of ageing. *Nutr Metab (Lond)*. 2011;8:68.
- [30] Lang T, Streeper T, Cawthon P, Baldwin K, Taaffe DR, Harris TB. Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporos Int*. 2010;21(4):543-59.
- [31] Barbieri M, Ferrucci L, Ragno E, Corsi A, Bandinelli S, Bonafè M et al. Chronic inflammation and the effect of IGF-1 on muscle strength and power in older persons. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2003;284(3): E481-7.
- [32] Walrand S, Guillet C, Salles J, Cano N, Boirie Y. Physiopathological mechanism of sarcopenia. *Clin Geriatr Med*. 2011;27(3):365-85.
- [33] HAS, Haute Autorité de Santé. Stratégie de prise en charge en cas de dénutrition protéinoénergétique chez la personne âgée 2007. [En ligne] http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/denutrition_personne_agee_2007_-_recommandations.pdf
Consulté le 23 décembre 2016
- [34] Muscaritoli M, Anker SD, Argilés J, Aversa Z, Bauer JM, Biolo G, et al. Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) « cachexia-anorexia in chronic wasting diseases » and « nutrition in geriatrics ». *Clin Nutr*. 2010;29(2):154-9.
- [35] Rolland Y, Lauwers-Cances V, Cristini C, Abellan van Kan G, Janssen I, Morley JE, et al. Difficulties with physical function associated with obesity, sarcopenia, and sarcopenic-obesity in community-dwelling elderly women: the EPIDOS (EPIDemiologie de l'Ostéoporose) Study. *Am J Clin Nutr*. 2009;89(6):1895-900.
- [36] Landi F, Liperoti R, Russo A, Giovannini S, Tosato M, Capoluongo E, et al. Sarcopenia as a risk factor for falls in elderly individuals: Results from the iLSERENTE study. *Clin Nutr*. 2012;31(5):652-8.

- [37] Morley JE, Haren MT, Rolland Y, Kim MJ. Frailty. *Med Clin North Am.* 2006;90(5):837-47.
- [38] Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc.* 2002;50(5):889-96.
- [39] Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2001;56(3):M146-56.
- [40] Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME et al. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Eng J Med.* 1994;330(25):1769-75.
- [41] Volkert D, Sieber CC. Protein requirements in the elderly. *Int J Vitam Nutr Res.* 2011;81(2-3):109-19.
- [42] Bouillanne O, Curis E, Hamon-Vilcot B, Nicolis I, Chretien P, Schauer N et al. Impact of protein pulse feeding on lean mass in malnourished and at-risk hospitalized elderly patients: a randomized controlled trial. *Clin Nutr.* 2013;32(2):186-192.
- [43] Deutz NE, Wolfe RR. Is there a maximal anabolic response to protein intake with a meal? *Clin Nutr.* 2013;32(2):309-313.
- [44] Laviano A, Muscaritoli M, Cascino A, Preziosa I, Inui A, Mantovani G et al. Branched-chain amino acids: the best compromise to achieve anabolism? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2005;8(4):408-14.
- [45] Rieu I, Balage M, Sornet C, Giraudet C, Pujos E., Grizard J et al. Leucine supplementation improves muscle protein synthesis in elderly men independently of hyperaminoacidaemia. *J Physiol.* 2006;575:305-15.
- [46] Drummond MJ, Rasmussen BB. Leucine-enriched nutrients and the regulation of mammalian target Of rapamycin signalling and human skeletal muscle protein synthesis. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2008;11(3):222-6.
- [47] Chale A, Cloutier GJ, Hau C, Phillips EM, Dallal GE, Fielding RA. Efficacy of whey protein supplementation on resistance exercise-induced changes in lean mass, muscle strength, and physical function in mobility-limited older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2013;68(6):682-90.
- [48] Bauer JM, Verlaan S, Bautmans I, Brandt K, Donini LM, Maggio M et al. Effects of vitamin D and leucine-enriched whey protein nutritional supplement on measures of sarcopenia in older adults, the PROVIDE study: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Am Med Dir Assoc.* 2015;16(9):740-7.

- [49] Tomlinson PB, Joseph C, Angioi M. Effects of vitamin D supplementation on upper and lower body muscle strength levels in healthy individuals. A systematic review with meta-analysis. *J Sci Med Sport*. 2015;18(5):575-80.
- [50] Muir SW, Montero-Odasso M. Effect of vitamin D supplementation on muscle strength, gait and balance in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc*. 2011;59(12):2291-300.
- [51] Morley JE, Argiles JM, Evans WJ, Bashin S, Cella D, Deutz NE et al. Nutritional recommendations for the management of sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*. 2010;11(6):391-396.
- [52] Kim H.K, Suzuki T, Saito K, Yoshida H, Kobayashi H, Kato H et al. Effects of exercise and amino acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 2012;60(1):16-23.
- [53] Bahri S, Zerrouk N, Aussel C, Moinard C, Crenn P, Curis E et al. Citrulline: from metabolism to therapeutic use. *Nutrition*. 2013;29(3):479-84.
- [54] Devries MC, Phillips SM. Creatine supplementation during resistance training in older adults-a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*. 2014;46(6):1194-1203.
- [55] Latham N, Anderson C, Bennett D, Stretton C. Progressive resistance strength training for physical disability in older people. *Cochrane Database Syst Rev*. 2003;(2):CD002759.
- [56] Peterson MD, Rhea MR, Sen A, Gordon PM. Resistance exercise for muscular strength in older adults: A meta-analysis. *Ageing Res Rev*. 2010;9(3):226-37.
- [57] Sheffield-Moore M, Yeckel CW, Volpi E, Wolf SE, Morio B, Chinkes DL et al. Postexercise protein metabolism in older and younger men following moderate-intensity aerobic exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2004;287(3):E513-22.
- [58] Denison HJ, Cooper C, Sayer AA, Robinson SM. Prevention and optimal management of sarcopenia: a review of combined exercise and nutrition interventions to improve muscle outcomes in older people. *Clin Interv Aging*. 2015;10:859-869.
- [59] Cermak NM, Res PT, de Groot LC, Saris WH, van Loon LJ. Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr*. 2012;96(6):1454-64.
- [60] Becker C, Lord SR, Studenski SA, Warden SJ, Fielding RA, Recknor CP et al. Myostatin antibody (LY2495655) in older weak fallers: a proof-of-concept, randomised, phase 2 trial. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2015;3(12):948-57.

- [61] Vigen R, O'Donnell CI, Baron AE, Grunwald GK, Maddox TM, Bradley SM et al. Association of testosterone therapy with mortality, myocardial infarction, and stroke in men with low testosterone levels. *JAMA*. 2013;310(17):1829-36.
- [62] Burton LA, Sumukadas D. Optimal management of sarcopenia. *Clin Interv Aging*. 2010;5:217-228.
- [63] Burks, T.N, Andres-Mateos E, Marx R, Mejias R, Van Erp C, Simmers JL et al. Losartan restores skeletal muscle remodeling and protects against disuse atrophy in sarcopenia. *Sci Transl Med*. 2011;3(82):82ra37.
- [64] Stewart KJ, Deregis JR, Turner KL, Bacher AC, Sung J, Hees PS, et al. Fitness, fatness and activity as predictors of bone mineral density in older persons. *J Intern Med*. 2002;252(5):381-8.
- [65] Kanis JA, McCloskey EV, Johansson H, Cooper C, Rizzoli R, Reginster JY et al. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporos Int*. 2013;24(1):23-57.
- [66] SFR, Société française de rhumatologie. Qui est touché par l'ostéoporose ? [En ligne] <http://public.larhumatologie.fr/node/153>
Consulté le 23 avril 2017.
- [67] Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*. 1985;100(2):126-31.
- [68] Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt M, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(9):S498-S516.
- [69] American College of Sports Medicine, Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Nigg CR et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adult. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(7):1510-30.
- [70] Warburton DE, Nicol CW, Bredin SS. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ*. 2006;174(6):801-9.
- [71] Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, et al. Physical Activity and Public Health in Older Adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(8):1435-45.
- [72] Kraschnewski JL, Sciamanna CN, Poger JM, Rovniak LS, Lehman EB, Cooper AB et al. Is strength training associated with mortality benefits? A 15 year cohort study of US older adults. *Prev Med*. 2016;(87):121-127.

- [73] Escalon H, Beck F, Vuillemin A. L'activité physique de 55 à 75 ans, analyse. Soins Gériatrie. 2012;17(95):38-41.
- [74] OMS, Organisation Mondiale de la Santé. L'activité physique des personnes âgées 2013. [En ligne]
http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_olderadults/fr/index.html
Consulté le 25 janvier 2017
- [75] Robert H, Casillas JM, Iskandar M, D'Athis P, Antoine D, Taha S, et al. The Dijon Physical Activity Score: reproducibility and correlation with exercise testing in healthy elderly subjects. Ann Readapt Med Phys. 2004;47(8):546-54.
- [76] OMS, Organisation Mondiale de la Santé. Global Physical Activity Questionnaire [En ligne] http://www.who.int/chp/steps/GPAQ_FR.pdf
Consulté le 25 janvier 2017
- [77] Berthouze SE, Minaire MR, Chatard JC, Boutet C, Castells J, Lacour JR et al. A new tool for evaluating energy expenditure: the « QAPSE » development and validation. Med Sci Sports Exerc. 1993;25:1405-14.
- [78] Souto Barreto P, Ferrandez AM, Saliba-Serre B. Validation of the QAPPA, a new tool for assessing physical activity among French-speaking elderly. Scispo. 2011;26:11-18.
- [79] Washburn RA, Smith KW, Jette AM, Janney CA. The Physical Activity Scale for the Elderly (PASE): development and evaluation. J Clin Epidemiol. 1993;46:153-62.
- [80] Wen CP, Wai JP, Tsai MK, Yang YC, Cheng TY, Lee MC et al. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. Lancet. 2011;378:1244-53.
- [81] Douchi T, Matsuo T, Uto H, Kuwahata T, Oki T, Nagata Y. Lean body mass and bone mineral density in physically exercising postmenopausal women. Maturitas. 2003;45(3):185-90.
- [82] Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Resistance training and bone mineral density in women: a meta-analysis of controlled trials. Am J Phys Med Rehabil. 2001;80(1):65-77.
- [83] Aquatic S, Arnal JF, Pillard F, Rivière D, Bilard J, Callède JP et al. Physical activity: Contexts and effects on health. INSERM Collective Expert Reports;2008. [En ligne] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10783/>
- [84] Zimmermann CL, Smidt GL, Brooks JS, Kinsey WJ, Eekhoff TL. Relationship of extremity muscle torque and bone mineral density in postmenopausal women. Phys Ther. 1990;70(5):302-9.
- [85] Martyn-St James M, Carroll S. High-intensity resistance training and postmenopausal bone loss: a meta-analysis. Osteoporos Int. 2006;17(8):1225-40.

- [86] Zehnacker CH, Bemis-Dougherty A. Effect of weighted exercises on bone mineral density in post menopausal women. A systematic review. *J Geriatr Phys Ther.* 2007;30(2):79-88.
- [87] Feskanich D, Willett W, Colditz G. Walking and leisure-time activity and risk of hip fracture in postmenopausal women. *JAMA.* 2002;288(18):2300-6.
- [88] Tinetti ME, Baker DI, McAvay G, Claus EB, Garrett P, Gottschalk M, et al. A multifactorial intervention to reduce the risk of falling among elderly people living in the community. *N Engl J Med.* 1994;331(13):821-7.
- [89] El-Khoury F, Cassou B, Charles MA, Dargent-Molina P. The effect of fall prevention exercise programmes on fall induced injuries in community dwelling older adults: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ.* 2013;347(9):6234-6234.
- [90] Al Snih S, Markides KS, Ottenbacher KJ, Raji MA. Hand grip strength and incident ADL disability in elderly Mexican Americans over a seven-year period. *Aging Clin Exp Res.* 2004;16(6):481-6.
- [91] Nguyen TV, Sambrook PN, Eisman JA. Bone loss, physical activity, and weight change in elderly women: the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. *J Bone Miner Res.* 1998;13(9):1458-67.
- [92] Migliaccio S, Greco EA, Fornari R, Donini LM, Lenzi A. Is obesity in women protective against osteoporosis? *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2011;4:273-82.
- [93] Douchi T, Yamamoto S, Oki T, Maruta K, Kuwahata R, Yamasaki H, et al. Difference in the effect of adiposity on bone density between pre- and postmenopausal women. *Maturitas.* 2000;34(3):261-6.
- [94] Aloia JF, Vaswani A, Ma R, Flaster E. To what extent is bone mass determined by fat-free or fat mass? *Am J Clin Nutr.* 1995;61(5):1110-4.
- [95] Mizuma N, Mizuma M, Yoshinaga M, Iwamoto I, Matsuo T, Douchi T, et al. Difference in the relative contribution of lean and fat mass components to bone mineral density with generation. *J Obstet Gynaecol Res.* 2006;32(2):184-9.
- [96] Zhao LJ, Liu YJ, Liu PY, Hamilton J, Recker RR, Deng HW. Relationship of obesity with osteoporosis. *J Clin Endocrinol Metab.* 2007;92(5):1640-6.
- [97] Zhao LJ, Jiang H, Papasian CJ, Maulik D, Drees B, Hamilton J, et al. Correlation of obesity and osteoporosis: effect of fat mass on the determination of osteoporosis. *J Bone Miner Res.* 2007;23(1):17-29.
- [98] Kirchengast S, Peterson B, Hauser G, Knogler W. Body composition characteristics are associated with the bone density of the proximal femur end in middle- and old-aged women and men. *Maturitas.* 2001;39(2):133-145.

- [99] Reid IR, Legge M, Stapleton JP, Evans MC, Grey AB. Regular exercise dissociates fat mass and bone density in premenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab.* 1995;80(6):1764-8.
- [100] Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. « Mini-Mental State ». A Practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J psychiat Res.* 1975;12:189-98.
- [101] Katz S, Ford AB, Moskowitz RW, Jackson BA, Jaffe MW. Studies of illness in the aged. The index of ADL: a standardized measure of biological and psychosocial function. *JAMA.* 1963;185:914-9.
- [102] Lawton MP, Brody EM. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist.* 1969;9:179-86.
- [103] Linn BS, Linn MW, Gurel L. Cumulative Illness Rating Scale. *J Am Geriatric Soc.* 1968 ;16:622-6.
- [104] Guigoz Y, Vellas B. The Mini Nutritional Assessment (MNA) for grading the nutritional state of elderly patients: presentation of the MNA, history and validation. *Nestle Nutr Workshop Ser Clin Perform Programme.* 1999;1:3-11.
- [105] He H, Liu Y, Tian Q, Papasian CJ, Hu T, Deng HW. Relationship of sarcopenia and body composition with osteoporosis. *Osteoporos Int.* 2016;27(2):473-82.
- [106] Chain A, Crivelli M, Faerstein E, Bezerra FF. Association between fat mass and bone mineral density among Brazilian women differs by menopausal status: The Pro-Saude Study. *Nutrition.* 2017;33:14-19.
- [107] Von Haehling S, Morley JE, Anker SD. An overview of sarcopenia: facts and numbers on prevalence and clinical impact. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2010;1:129-133.
- [108] Shin H, Panton LB, Dutton GR, Ilich JZ. Relationship of physical performance with body composition and bone mineral density in individuals over 60 years of age: a systemic review. *J Aging Res.* 2011;2011:1-14.
- [109] Charlton K, Batterham M, Langford K, Lateo J, Brock E, Walton K, et al. Lean body mass associated with upper body strength in healthy older adults while higher body fat limits lower extremity performance and endurance. *Nutrients.* 2015;7(9):7126-42.
- [110] Di Monaco M, Vallero F, Di Monaco R, Tappero R. Prevalence of sarcopenia and its association with osteoporosis in 313 older women following a hip fracture. *ArchGerontol Geriatr.* 2011;52(1):71-4.

ANNEXES

Annexe 1 : Mini Nutritional Assessment - MNA

Nom:	Prénom:	Sexe:	Date:
Age:	Poids, kg	Taille en cm:	Hauteur du genou, cm:

Répondez à la première partie du questionnaire en indiquant le score approprié pour chaque question. Additionnez les points de la partie. Dépistage, si le résultat est égal à 11 ou inférieur, complétez le questionnaire pour obtenir l'appréciation précise de l'état nutritionnel.

Dépistage

A Le patient présente-t-il une perte d'appétit ?
A-t-il mangé moins ces 3 derniers mois par manque d'appétit, problèmes digestifs, difficultés de mastication ou de déglutition ?
0 = anorexie sévère
1 = anorexie modérée
2 = pas d'anorexie ☐

B Perte récente de poids (<3 mois)
0 = perte de poids > 3 kg
1 = ne sait pas
2 = perte de poids entre 1 et 3 kg
3 = pas de perte de poids ☐

C Motricité
0 = du lit au fauteuil
1 = autonome à l'intérieur
2 = sort du domicile ☐

D Maladie aiguë ou stress psychologique lors des 3 derniers mois ?
0 = oui 2 = non ☐

E Problèmes neuropsychologiques
0 = démence ou dépression sévère
1 = démence ou dépression modérée
2 = pas de problème psychologique ☐

F Indice de masse corporelle (IMC = poids / (taille)² en kg/m²)
0 = IMC < 19
1 = 19 ≤ IMC < 21
2 = 21 ≤ IMC < 23
3 = IMC ≥ 23 ☐

Score de dépistage (sous-total max. 14 points) ☐ ☐

12 points ou plus normal pas besoin de continuer l'évaluation

11 points ou moins possibilité de malnutrition – continuez l'évaluation

J Combien de véritables repas le patient prend-il par jour ?
0 = 1 repas
1 = 2 repas
2 = 3 repas ☐

K Consomme-t-il ?

- Une fois par jour au moins des produits laitiers? oui ☐ non ☐
- Une ou deux fois par semaine des œufs ou des légumineuses oui ☐ non ☐
- Chaque jour de la viande, du poisson ou de la volaille oui ☐ non ☐

0,0 = si 0 ou 1 oui ☐ ☐
0,5 = si 2 oui
1,0 = si 3 ou ☐ ☐

L Consomme-t-il deux fois par jour au moins des fruits ou des légumes ?
0 = non 1 = oui ☐

M Combien de verres de boissons consomme-t-il par jour ? (eau, jus, café, thé, lait, vin, bière...)
0,0 = moins de 3 verres
0,5 = de 3 à 5 verres
1,0 = plus de 5 verres ☐ ☐

N Manière de se nourrir
0 = nécessite une assistance
1 = se nourrit seul avec difficulté
2 = se nourrit seul sans difficulté ☐

O Le patient se considère-t-il bien nourri ? (problèmes nutritionnels)
0 = malnutrition sévère
1 = ne sait pas ou malnutrition modérée
2 = pas de problème de nutrition ☐

P Le patient se sent-il en meilleure ou en moins bonne santé que la plupart des personnes de son âge ?
0,0 = moins bonne
0,5 = ne sait pas
1,0 = aussi bonne
2,0 = meilleure ☐ ☐

Q Circonférence brachiale (CB en cm)
0,0 = CB < 21
0,5 = CB ≤ 21 ≤ 22
1,0 = CB > 22 ☐ ☐

R Circonférence du mollet (CM en cm)
0 = CM < 31 1 = CM ≥ 31 ☐

Evaluation globale (max. 16 points) ☐ ☐ ☐

Score de dépistage ☐ ☐

Score total (max. 30 points) ☐ ☐ ☐

Appréciation de l'état nutritionnel

de 17 à 23,5 points risque de malnutrition ☐

moins de 17 points mauvais état nutritionnel ☐

Ref. Velaz B, Villars H, Avellan G, et al. Overview of the MNA® - Its History and Challenges. J Nutr Health Aging 2008;10:456-465.
Rubenstein LZ, Harker JO, Salva A, Guigoz Y, Velaz B. Screening for Undernutrition in Geriatric Practice: Developing the Short-Form Mini Nutritional Assessment (MNA-SF). J Geront 2001;56A: M396-397.
Guigoz Y. The Mini-Nutritional Assessment (MNA®) Review of the Literature - What does it tell us ? J Nutr Health Aging 2008; 10:466-487.
© Nestlé, 1994, Revision 2006. N67200 12/99 10M
For more information : www.mna-elderly.com

Annexe 2 : Score d'activité physique de Dijon

Score d'activité physique de Dijon

1) Vous considérez-vous comme :	
1. très actif et de caractère sportif	3
2. moyennement actif physiquement	2
3. plutôt peu actif physiquement	1
4. franchement sédentaire	0
2) Considérez-vous que vos activités quotidiennes (sociales et/ou professionnelles : déplacements, manutentions, bricolage, courses, ménages, vaisselle, repassage...) correspondent :	
1. à une sollicitation physique intense	3
2. à une sollicitation physique moyenne	2
3. à une sollicitation physique modérée	1
4. à l'absence de sollicitation physique véritable	0
3) Vos activités quotidiennes vous prennent environ :	
1. plus de 10 heures par semaine	4
2. entre 6 et 10 heures par semaine	3
3. entre 2 et 6 heures par semaine	2
4. moins de 2 heures par semaine	1
5. aucun temps consacré par semaine	0
4) L' activité sportive ou de loisir que vous exercez est	
1. de forte intensité : fatigue musculaire importante	3
2. d'intensité modérée : fatigue musculaire modérée	2
3. d'intensité légère : sans fatigue musculaire	1
4. vous n'en exercez pas	0
5) Vous avez l'habitude de pratiquer cette ou ces activités (sport, loisir) :	
1. Quotidiennement	4
2. 3 à 6 fois par semaine	3
3. 1 à 2 fois par semaine	2
4. de façon irrégulière	1
5. jamais	0
6) La durée moyenne de vos séances d'activité physique (sport, loisir) :	
1. 60 minutes et plus	4
2. 30 à 60 minutes	3
3. 15 à 30 minutes	2
4. moins de 15 minutes	1
5. aucune activité	0
7) Combien de mois par an exercez-vous cette ou ces activités (sport, loisir) ?	
1. plus de 9 mois	3
2. entre 4 et 9 mois	2
3. moins de 4 mois	1
4. jamais	0
8) L'activité physique (sport, loisir) entraîne-t-elle habituellement chez vous :	
1. une fatigue importante et/ou un essoufflement important	3
2. une fatigue et un essoufflement modérés	2
3. pas de sensation de fatigue ni d'essoufflement	1
9) Vous restez au repos (sommeil, sieste ou repos éveillé)	
1. moins de 12 heures par jour	3
2. entre 12 et 16 heures par jour	2
3. entre 16 et 20 heures par jour	1
4. plus de 20 heures	0
TOTAL =	/30

Annexe 3 : Echelle d'autonomie des activités de la vie quotidienne - Indice de Katz - ADL

ECHELLE A.D.L		Nom
		Prénom
		Date
		Score
Hygiène Corporelle	Autonome Aide partielle Dépendant	1 ½ 0
Habillage	Autonomie pour le choix des vêtements et l'habillage Autonomie pour le choix des vêtements et l'habillage mais besoin d'aide pour se chausser. Dépendant	1 ½ 0
Aller aux toilettes	Autonomie pour aller aux toilettes, se déshabiller et se rhabiller ensuite. Doit être accompagné ou a besoin d'aide pour se déshabiller ou se rhabiller. Ne peut aller aux toilettes seul	1 ½ 0
Locomotion	Autonomie A besoin d'aide (cane, déambulateur, accompagnant) Grabataire	1 ½ 0
Continence	Continent Incontinence occasionnelle Incontinent	1 ½ 0
Repas	Se sert et mange seul Aide pour se servir, couper le viande ou peler un fruit Dépendant	1 ½ 0

Total = /6

Annexe 4 : Echelle des activités instrumentales de la vie quotidienne simplifiée - Test de Lawton - IADL

	UTILISER LE TELEPHONE
1	Se sert du téléphone de sa propre initiative. Recherche les numéros et les compose ect.
2	Compose seulement quelques numéros de téléphone bien connus.
3	Peut répondre au téléphone, mais ne peut pas appeler.
4	Ne se sert pas du tout du téléphone.
*	Ne peut pas être coté, n'a pas l'occasion de se servir du téléphone.

	UTILISER LES TRANSPORTS
1	Voyage tout seul en utilisant les transports publics, le taxi ou bien en utilisant sa propre voiture.
2	Utilise les transports publics à condition d'être accompagné.
3	Ses déplacements sont limités au taxi ou à la voiture, avec l'assistance d'un tiers.
4	Ne se déplace du tout à l'extérieur.
*	Ne peut pas être coté, ne s'applique pas, n'a pas l'occasion de voyager.

	PRENDRE DES MEDICAMENTS
1	Prend ses médicaments tout seul, à l'heure voulue et à la dose prescrite.
2	Est capable de prendre tout seul ses médicaments, mais a des oublis occasionnels.
3	Est capable de prendre tout seul ses médicaments s'ils sont préparés à l'avance.
4	Est incapable de prendre ses médicaments.
*	Ne peut pas être coté, ne s'applique pas, aucun médicament prescrit ou autorisé, n'a aucune responsabilité concernant son traitement.

	GERER SES FINANCES
1	Gère ses finances de manière indépendante (tient son budget, libelle des chèques, paye son loyer et ses factures, va à la banque). Perçoit et contrôle ses revenus.
2	Gère ses finances de manière indépendante, mais oublie parfois de payer son loyer ou une facture ou met son compte bancaire à découvert.
3	Parvient à effectuer des achats journaliers, mais a besoin d'aide pour s'occuper de son compte en banque ou pour les achats importants. Ne peut pas rédiger de chèque ou suivre en détail l'état de ses dépenses
4	Est incapable de s'occuper d'argent.
*	Ne peut pas être coté, ne s'applique pas, n'a pas l'occasion de manier de l'argent.

Annexe 5 : Mini Mental State Examination - MMSE

MINI MENTAL STATE EXAMINATION (M.M.S.E)	Etiquette du patient
Date :	
Évalué(e) par :	
Niveau socio-culturel	

ORIENTATION

Je vais vous poser quelques questions pour apprécier comment fonctionne votre mémoire. Les unes sont très simples, les autres un peu moins. Vous devez répondre du mieux que vous pouvez.

Quelle est la date complète d'aujourd'hui ?

⇒ Si la réponse est incorrecte ou incomplète, posez les questions restées sans réponse, dans l'ordre suivant :

- | | | | |
|----------------------------------|--------|------------------------------|--------|
| 1. en quelle année sommes-nous ? | [Oou!] | 4. Quel jour du mois ? | [Oou!] |
| 2. en quelle saison ? | [] | 5. Quel jour de la semaine ? | [] |
| 3. en quel mois ? | [] | | |
- ⇒ Je vais vous poser maintenant quelques questions sur l'endroit où nous nous trouvons.
- | | |
|--|-----|
| 6. Quel est le nom de l'Hôpital où nous sommes ? | [] |
| 7. Dans quelle ville se trouve-t-il ? | [] |
| 8. Quel est le nom du département dans lequel est située cette ville ? | [] |
| 9. Dans quelle province ou région est situé ce département ? | [] |
| 10. A quel étage sommes-nous ici ? | [] |

APPRENTISSAGE

⇒ Je vais vous dire 3 mots ; je voudrais que vous me les répétiez et que vous essayiez de les retenir car je vous les demanderai tout à l'heure.

- | | | | | | |
|------------|----|---------|----|-----------|-----|
| 11. Cigare | ou | [citron | ou | [fauteuil | [] |
| 12. fleur | | [clé | | [tulipe | [] |
| 13. porte | | [ballon | | [canard | [] |

Répéter les 3 mots.

ATTENTION ET CALCUL

⇒ Voulez-vous compter à partir de 100 en retirant 7 à chaque fois ?

- | | |
|--------|-----|
| 14. 93 | [] |
| 15. 86 | [] |
| 16. 79 | [] |
| 17. 72 | [] |
| 18. 65 | [] |

⇒ Pour tous les sujets, même pour ceux qui ont obtenu le maximum de points, demander : « voulez-vous épeler le mot MONDE à l'envers » : E D N O M.

RAPPEL

⇒ Pouvez-vous me dire quels étaient les 3 mots que je vous ai demandé de répéter et de retenir tout à l'heure ?

- | | | | | | |
|------------|----|---------|----|-----------|-----|
| 19. Cigare | | [citron | | [fauteuil | [] |
| 20. fleur | ou | [clé | ou | [tulipe | [] |
| 21. porte | | [ballon | | [canard | [] |

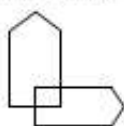
LANGAGE

- | | | |
|--|--------------------|-----|
| 22. quel est le nom de cet objet? | Montrer un crayon. | [] |
| 23. Quel est le nom de cet objet | Montrer une montre | [] |
| 24. Écoutez bien et répétez après moi : « PAS DE MAIS, DE SI, NI DE ET » | | [] |
- ⇒ Poser une feuille de papier sur le bureau, la montrer au sujet en lui disant : « écoutez bien et faites ce que je vais vous dire » (consignes à formuler en une seule fois) :
- | | |
|---|-----|
| 25. prenez cette feuille de papier avec la main droite. | [] |
| 26. Pliez-la en deux. | [] |
| 27. et jetez-la par terre ». | [] |
- ⇒ Tendre au sujet une feuille de papier sur laquelle est écrit en gros caractères : « FERMEZ LES YEUX » et dire au sujet :
- | | |
|---------------------------------|-----|
| 28. «faites ce qui est écrit ». | [] |
|---------------------------------|-----|
- ⇒ Tendre au sujet une feuille de papier et un stylo en disant :
- | | |
|---|-----|
| 29. voulez-vous m'écrire une phrase, ce que vous voulez, mais une phrase entière. » | [] |
|---|-----|

PRAXIES CONSTRUCTIVES.

⇒ Tendre au sujet une feuille de papier et lui demander :

- | | |
|---|-----|
| 30. « Voulez-vous recopier ce dessin ». | [] |
|---|-----|



SCORE TOTAL (0 à 30)

[]

Annexe 6 : Cumulative Illness Rating Scale - CIRS

Description des scores

0. **Aucun problème**: Aucune pathologie n'affecte ce système ou problèmes médicaux antérieurs sans importance clinique
1. **Problème léger**: Problème actuel léger ou problème antérieur important
2. **Problème modéré**: Atteinte ou morbidité modéré/e et/ou nécessitant un traitement (de première ligne).
3. **Problème sévère**: Pathologie sévère et/ou atteinte constante et invalidante et/ou maîtrise des problèmes chroniques difficile (schéma thérapeutique complexe).
4. **Problème très grave**: Pathologie extrêmement sévère et/ou traitement immédiat requis et/ou défaillance d'un organe et /ou incapacité fonctionnelle grave.

Système d'organes	Score				
	aucun problème	léger problème	problème modéré	problème sévère	problème très grave
1. Cardiaque (cœur uniquement)	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
2. Hypertension artérielle (score basé sur la sévérité; les lésions organiques sont cotées séparément)	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
3. Vasculo-hématopoïétique (sang, vaisseaux sanguins et cellules sanguines, moelle osseuse, rate, ganglions).....	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
4. Appareil respiratoire (poumons, bronches, trachée sous le larynx)	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
5. Ophtalmologique et ORL (yeux, oreilles, nez, pharynx, larynx).....	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
6. Appareil gastro-intestinal supérieur (oesophage, estomac et duodénum; pancréas; hors diabète).....	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
7. Appareil gastro-intestinal inférieur (intestins, hernies).....	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
8. Hépatique (foie et voies biliaires)	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
9. Rénal (uniquement les reins)	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
10. Appareil génito-urinaire (uretères, vessie, urètre, prostate, appareil génital)	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
11. Téguments musculo-squelettiques (muscles, os, peau).....	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
12. Nerveux central et périphérique (cerveau, moelle épinière, nerfs; hors démence)	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
13. Endocrino-métabolique (y compris diabète, thyroïde ; seins ; infections systémiques ; intoxications)	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
14. Troubles psychiatriques / comportementaux (y compris démence, dépression, anxiété, agitation/délire, psychose).....	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4

Vu, le Président de Jury,

Vu, le Directeur de Thèse,

Vu, le Doyen de la Faculté,

Titre de Thèse : Etude de la relation entre densité minérale osseuse, composition corporelle et niveau d'activité physique, chez des femmes de plus de 75 ans.

RESUME

Ostéoporose et sarcopénie sont fréquentes en population gériatrique, avec des conséquences communes, laissant présager de l'existence d'un lien entre les deux. Ces pathologies bénéficient l'une et l'autre des effets positifs de l'activité physique. L'objectif de notre étude est d'analyser la relation entre densité minérale osseuse (DMO) et composition corporelle (masse maigre, MM et masse grasse, MG) en fonction du niveau d'activité physique (NAP) chez des femmes de plus de 75 ans.

92 patientes ont été recrutées sur l'hôpital Bellier à Nantes de janvier 2016 à avril 2017. Ont été mesurés : DMO corps entier, MM et MG par l'absorptiométrie biphotonique ; NAP par l'hétéro-questionnaire d'activité physique de Dijon ; tests de performances physiques (hand grip, vitesse de marche sur 4 mètres, appui unipodal).

Cette étude observationnelle monocentrique met en évidence une corrélation positive entre DMO, MM ($p < 0,0001$) et NAP ($p = 0,0251$). Une corrélation positive existe entre DMO et MG ($p < 0,0001$). Le hand grip est positivement associée à la DMO en fonction de la MM ($p = 0,0095$) et de la MG ($p = 0,0348$). MM et poids sont des facteurs protecteurs de l'ostéoporose (respectivement, OR = 0,93, IC 95% [0,89 ; 0,96], $p = 0,0001$, et OR = 0,41, IC 95% [0,22 ; 0,75], $p = 0,0041$).

L'activité physique - et notamment les exercices en résistance - est indispensable pour conserver la MM, dans un objectif de préservation de la DMO. La MG permet également de préserver la DMO chez des femmes de plus de 75 ans.

MOTS-CLES

Ostéoporose – Sarcopénie – Densité Minérale Osseuse – Masse Maigre – Masse Grasse – Activité Physique – Hand Grip.