

## Résumé

L'enrichissement consiste à augmenter la densité protéino-énergétique des repas c'est-à-dire à augmenter les apports en protéines et calories des éléments constitutifs du repas sans en augmenter leur volume (entrées, plats, laitages, desserts, collations, boissons,...). Cette stratégie permet d'atteindre pour un même grammage des apports accrus en protéines (et en énergie). Elle répond à deux enjeux majeurs en établissement de santé :

- **Prévenir la dénutrition** : chez les sujets à risque de dénutrition (comme les personnes âgées en perte d'autonomie) il est recommandé d'augmenter l'apport en protéines des repas. L'enrichissement est particulièrement indiqué chez les sujets qui consomment par exemple peu de viande et/ou pour les petits appétits qui ont des difficultés à finir leur repas.
- **Prendre en charge la dénutrition** : La Haute Autorité de Santé recommande d'avoir recours en première intention à l'enrichissement des repas pour prendre en charge la dénutrition (H.A.S., 2007). Cette stratégie permet de s'adapter aux habitudes et rythmes alimentaires des patients. Sans remplacer totalement l'utilisation des compléments nutritionnels oraux, l'enrichissement constitue une alternative mieux adaptée sur le moyen/ long terme quand les compléments oraux sont peu consommés.

Cet article a pour objectif de faire une revue de la littérature sur les stratégies d'enrichissement de l'alimentation dans le cadre de la lutte contre la dénutrition chez la personne âgée. Plus spécifiquement les résultats des articles portant sur les effets de cette stratégie sur le statut nutritionnel et fonctionnel seront exposés.

La **dénutrition**, la **sarcopénie** (déclin progressif de la masse et de la force musculaires avec l'avancée en âge) et la **fragilité** sont des conditions fréquentes chez les sujets âgés (Vandewoude MF., 2012). Elles sont fortement influencées par la nutrition, en particulier lorsque les apports alimentaires sont insuffisants. Elles ont pour conséquence une perte d'autonomie, une faiblesse musculaire et une fatigabilité qui conduisent à des chutes (Castillo EM., 2003 ; Landi F., 2012), des incapacités fonctionnelles (Janssen I., 2006) et une augmentation de la mortalité (Cederholm T., 1995 ; Landi F., 2012 ; Newman AB., 2001). Traiter ces conditions pourrait permettre d'éviter leurs conséquences et d'améliorer l'autonomie et la qualité de vie des sujets âgés.

### Des besoins protéiques non satisfaits

On sait que les besoins protéiques des sujets âgés sont plus élevés que ceux des sujets jeunes (Bauer J et al, 2013). Le groupe d'experts de PROT-AGE les estime entre 1.0 à 1.2g/kg/jour pour prévenir les risques de déficience mais aussi pour maintenir un bon état de santé général (Bauer J., 2013 ; Gaffney-Stomberg E., 2009 ; Paddon-Jones D., 2009 ; Wolfe RR., 2008 ; Morais J., 2006). Dans le cas des sujets fragiles ou dénutris, les données des études scientifiques convergent vers un apport minimum de 1.2 à 1.5 g de protéines/kg/jour soit 25 à 30g de protéines de haute qualité à chaque repas pour optimiser la synthèse des protéines musculaires et maintenir leur masse musculaire (Volpi E., 2013 ; Wolfe RR, 2008 a et b ; Paddon-Jones D., 2009 ; Valenzuela RE., 2013 ; Houston DK., 2008). Or, la plupart des sujets âgés n'atteignent pas ces apports (Tieland M., 2012 ; Neelemaat F., 2012 ; Vikstedt T., 2011), en particulier les sujets sarcopéniques, dénutris et fragiles (Ter Borg S., 2016 ; Rahi B., 2016 ; Artaza-Artabe I 2016)

### Enrichir la ration augmente les apports

Pour améliorer les apports protéino-énergétiques des sujets âgés dénutris, plusieurs solutions sont proposées par la Haute Autorité de Santé. L'enrichissement des repas avec des matières grasses, du fromage, de la poudre de lait ou des poudres de protéines industrielles est la stratégie de première intention. En cas d'échec ou dans le cas d'une dénutrition sévère, la prescription de compléments nutritionnels oraux est alors recommandée (Rapport HAS 2007).

Le recours aux compléments nutritionnels oraux est fréquent et leurs effets favorables sur l'état de santé des sujets très dénutris ont été largement prouvés dans des études cliniques (Kim CO., 2013 ; Abizanda P., 2015 ; Elia M. 2016, Philipson TJ., 2013 ; Milne AC., 2009 ; Cawood AL., 2012 ; Cramer JT., 2016). Cependant, cette stratégie présente comme limite majeure, son observance, qui sur le long terme, a tendance à fortement diminuer (Milne AC., 2009 ; Bruce D., 2003 ; Lad H., 2005 ; Methven L., 2010).

Face à ce problème, une alternative aux compléments nutritionnels oraux s'est récemment développée : l'enrichissement en protéines d'aliments conventionnels. Le choix s'est notamment porté sur des aliments consommés plusieurs fois par jour et avec lesquels les sujets âgés sont familiers comme le pain, le yaourt, la brioche, les biscuits ou encore la soupe. Ces aliments enrichis ont fait l'objet de plusieurs études cliniques (Munk T., 2014 et 2017 ; Smoliner C., 2008 ; Stelten S., 2015 ; Pouyssegur V., 2014 ; Van Til AJ., 2015). Toutes ont démontré leur efficacité pour augmenter les apports protéiques quotidiens des sujets âgés. Une étude réalisée en Bourgogne chez des sujets dénutris a, par exemple, montré qu'après 90 jours d'intervention, 72 % des sujets consommant un petit-déjeuner une brioche enrichie en protéines (65g, 12.8g de protéines pour 180 kcal) atteignaient 0.8g de protéines/kg/jour comparé à 53 % des sujets sous compléments nutritionnels oraux (200 ml, 14g de protéines pour 200 kcal) et 36 % des sujets ayant un petit-déjeuner classique (Van Wymelbeke V., 2016). Pour multiplier les occasions de consommer des protéines et offrir du choix aux sujets âgés, les chercheurs testent l'enrichissement de plusieurs aliments. Une

étude réalisée avec du pain (7g de protéines/tranche) et du yaourt (8g/100ml) enrichis en protéines rapporte une différence significative d'apport protéique entre les sujets enrichis et les sujets témoins de 42g/jour et qui reste stable durant les 3 semaines d'intervention (Van Til A 2015). Les aliments enrichis (trois tranches de pain et 400 ml de yaourt) contribuaient à 46 % des apports protéiques totaux. Une étude pilote de 10 jours montre avec l'aide de pain, de jus de fruits, de soupes et de purées enrichis en protéines, qu'il est possible d'augmenter de 11.8g/jour les apports en protéines des sujets soit l'équivalent d'une portion de CNO (Beelen J., 2017a). Résultat, tous les sujets qui consomment ces aliments dépassent 0.8g/kg/jour de protéines et plusieurs atteignent même 1.2g/kg/jour. Dans une étude plus longue (12 semaines), les sujets parviennent à 1.5g/kg/jour contre 1.0g/kg/j chez les sujets témoins (Beelen., 2017b). De même, une étude hollandaise chez des sujets fragiles et dénutris, rapporte une augmentation de 14.6g des apports quotidiens en protéines (1.25 versus 0.99g/kg/jour chez les témoins) après 2 semaines d'intervention à l'aide de 5 plats et de pain enrichis en protéines (Ziylan C., 2017).

Les études rapportent toutes une excellente appréciation des aliments enrichis et l'absence d'impact négatif sur la consommation des autres aliments du repas. Quant à l'observance, elle est supérieure à celle notée avec les compléments nutritionnels oraux. A titre d'exemple, l'étude de Van Wymelbeke V et al., (2016), rapporte que 83 % des sujets consommaient intégralement la brioche enrichie contre 74 % pour le complément nutritionnel oral. Pour les chercheurs, cette alternative permet des apports protéiques équivalents voire supérieurs à ce qui est habituellement obtenu avec les compléments nutritionnels oraux, est plus simple à mettre en place pour les soignants, n'implique pas de collation supplémentaire et correspond davantage aux habitudes alimentaires et aux goûts des sujets âgés.

### Combiner les stratégies pour améliorer le statut fonctionnel

Les études d'observation de cohorte laissent entrevoir des perspectives favorables concernant l'impact de l'apport protéique sur le statut fonctionnel (force, masse musculaire,...) notamment chez les sujets dont les apports protéiques sont supérieurs à 1.2g/kg/jour (Isanejas M., 2016 ; Bradlee ML 2017 ; McLean RR., 2016 ; Houston D 2008 ; Meng X., 2009 ; Scott D., 2010).

Concernant les études d'intervention, elles notent des effets particulièrement favorables de la supplémentation orale en protéines chez les sujets fragiles et dénutris notamment lorsque l'intervention porte sur au moins 3 mois, avec une réduction du nombre de complications et des incapacités fonctionnelles, une augmentation de la force de préhension, une réduction du séjour à l'hôpital ou encore une prise de poids ou de masse maigre (Cawood Al., 2012 ; Milne AC., 2009 ; Avenell A, 2010 ; Neelemaat F., 2012 ; Norman K., 2011 ; Payette H., 2002 ; Malafarina V., 2013 ; Pouyssegur 2014 ; Norton C 2016).

Les travaux de recherche impliquant des aliments enrichis, étant relativement récent, peu évaluent leur impact sur le statut fonctionnel des sujets. Cependant, celles qui le font, fournissent des données encourageantes. Ainsi, Van Wymelbeke V et al., (2016) et Smoliner C et al (2008), observent un maintien de la force de préhension chez les sujets consommant des aliments enrichis

en protéines tandis que celle-ci décline significativement chez les sujets ne consommant pas les aliments enrichis. Dans l'étude de Smoliner, une tendance à l'amélioration de l'IMC et de la masse maigre est aussi notée chez les sujets dont les apports en protéines sont supérieurs à 1g/kg/jour et les apports caloriques supérieurs à 25kcal/kg/jour. Il semble également que la supplémentation soit plus efficace lorsque l'enrichissement est réalisé précocement. En effet, deux études réalisées avec les mêmes produits enrichis (pain et yaourt) d'une part chez des sujets gravement malades et hospitalisés et, d'autre part, chez des sujets admis en centre de rééducation observent une plus grande efficacité de l'intervention chez les sujets moins gravement malades. L'enrichissement de leur alimentation leur permet d'atteindre 1.6g de protéines/kg/jour contre 1.1g/kg/jour chez les sujets gravement malades. Les chercheurs notent chez eux un meilleur état de santé général, un meilleur statut nutritionnel et des apports alimentaires supérieurs donc favorables à une consommation plus importante des aliments enrichis (Stelten 2015 ; Van Til 2015).

Plusieurs voies d'optimisation de l'effet de ces aliments enrichis sur les capacités fonctionnelles des sujets âgés sont envisagées par les chercheurs :

(1) Assurer un apport protéique additionnel suffisant pour permettre au sujet dénutri d'atteindre les 1.2 à 1.5g/kg/jour nécessaires pour stimuler efficacement la synthèse protéique (Gaffney-Stomberg KL., 2009 ; Mithal A., 2013 ; Lancha AH 2017). La composition en acides aminés essentiels de l'apport protéique semble aussi avoir son importance (Kastanos CS., 2006).

(2) Y associer de l'activité physique en résistance, indispensable pour déclencher la synthèse de protéines musculaires et réduire la résistance anabolique liée à l'âge (Paddon-Jones D., 2015 ; Artaza-Artabe I., 2016 ; Bonnefoy M., 2003). Plusieurs études ont en effet montré que la combinaison d'un apport adéquat en protéines à un entraînement progressif en résistance est plus efficace sur la stimulation de la synthèse protéique musculaire que le seul apport en protéines (Symons TB 2011 ; Burd NA., 2012 ; Yang Y., 2012 ; Cermak NL., 2012). Une étude réalisée auprès de 130 sujets âgés sarcopéniques a ainsi pu montrer qu'un apport de 22g de protéines (dont 10.9g d'acides aminés essentiels) associé à un programme d'activité physique conduit en 12 semaines à une augmentation de la masse maigre (1.7kg) et de la force de préhension, à une amélioration des capacités fonctionnelles quotidiennes et du bien-être des sujets comparés à ceux ne participant qu'au programme d'activité physique (Rondanelli M., 2016). De même, plusieurs essais cliniques réalisés auprès de femmes âgées montrent qu'un apport supplémentaire en protéines combiné à un entraînement progressif en résistance permet un gain de masse et de force musculaires supérieurs à ce qui est obtenu chez les femmes seulement sous entraînement (Daly RM., 2014 ; Francis P., 2016).

Enfin, d'autres données cliniques suggèrent que l'addition d'acides gras comme les oméga-3 (Smith GI., 2011, Rodacki CL 2012) ou le choix de la distribution des protéines sur la journée (Bouillanne O., 2013 ; Deutz NE., 2013) peuvent aussi optimiser l'efficacité de la supplémentation protéique.

### Références

Abizanda P., M.D. Lopez, V.P. Garcia, D. Estrella Jde, A. da Silva Gonzalez, N.B. Vilardell, K.A. Torres, Effects of an oral nutritional supplementation plus physical exercise intervention on the physical

function, nutritional status, and quality of life in frail institutionalized older adults: the ACTIVNES study, *J. Am. Med. Dir. Assoc.* 439 (2015), e9–439. e16.

Artaza-Artabe I, Sáez-López P, Sánchez-Hernández N, Fernández-Gutierrez N, Malafarina V. The relationship between nutrition and frailty: Effects of protein intake, nutritional supplementation, vitamin

D and exercise on muscle metabolism in the elderly. A systematic review. *Maturitas*. 2016 Nov;93:89-99.

Avenell A, Handoll HH. Nutritional supplementation for hip fracture aftercare in older people. *Cochrane Database Syst Rev* 2010;1:CD001880.

Bauer J, Biolo G, Cederholm T, Cesari M, Cruz-Jentoft AJ, Morley JE, Phillips S, Sieber C, Stehle P, Teta D, Visvanathan R, Volpi E, Boirie Y. Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: A position paper from the prot-age study group. *J Am Med Dir Assoc* 2013;14(8):542-559.

Beelen J, de Roos NM, de Groot LC. Protein Enrichment of Familiar Foods as an Innovative Strategy to Increase Protein Intake in Institutionalized Elderly. *J Nutr Health Aging*. 2017;21(2):173-179.

Beelen J, de Roos NM, de Groot LCPGM. A 12-week intervention with protein-enriched foods and drinks improved protein intake but not physical performance of older patients during the first 6 months after hospital release: a randomised controlled trial. *Br J Nutr*. 2017 Jun;117(11):1541-1549.

Bonnefoy M, Cornu C, Normand S, Boutitie F, Bugnard F, Rahmani A, Lacour JR, Laville M. The effects of exercise and protein-energy supplements on body composition and muscle function in frail elderly individuals: a long-term controlled randomised study. *Br J Nutr*. 2003 May;89(5):731-9.

Bouillanne O, Curis E, Hamon-Vilcot B, 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;32:186-192.

Bruce D, Laurance I, McGuinness M, Ridley M, Goldswain P. Nutritional supplements after hip fracture: Poor compliance limits effectiveness. *Clin Nutr* 2003;22(5):497-500.

Burd NA, Yang Y, Moore DR, Tang JE, Tarnopolsky MA, Phillips SM: Greater stimulation of myofibrillar protein synthesis with ingestion of whey protein isolate v. micellar casein at rest and after resistance exercise in elderly men. *Br J Nutr*. 2012, Sep 28;108(6):958-62.

Castillo EM, Goodman-Gruen D, Kritiz-Silverstein D, et al. Sarcopenia in elderly men and women: The Rancho Bernardo study. *Am J Prev Med* 2003;25:226-231.

Cawood AL, Elia M, Stratton RJ. Systematic review and meta-analysis of the effects of high protein oral nutritional supplements. *Ageing Res Rev*. 2012;11(2):278-96.

Cederholm T, Jagren C, Hellstrom K. Outcome of protein-energy malnutrition in elderly medical patients. *Am J Med*. 1995;98:67-74.

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 Dec;96(6):1454-64.

Cramer JT, Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Hickson M, Zamboni M, Pereira SL, Huestad DS, Mustad VA. Impacts of High-Protein Oral Nutritional Supplements Among Malnourished Men and Women with Sarcopenia: A Multicenter, Randomized, Double-Blinded, Controlled Trial. *J Am Med Dir Assoc*. 2016 Nov 1;17(11):1044-1055.

Daly RM, O'Connell SL, Mundell NL, Grimes CA, Dunstan DW, Nowson A. Protein-enriched diet, with the use of lean red meat, combined with progressive resistance training enhances lean tissue mass and muscle strength and reduces circulating IL-6 concentrations in elderly women: a cluster randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*. 2014;99:899-910.

Deutz NE, Wolfe RR. Is there a maximal anabolic response to protein intake with a meal? *Clin Nutr*. 2013;32:309-313.

Elia M, Normand C, Laviano A, Norman K. A systematic review of the cost and cost effectiveness of using standard oral nutritional supplements in community and care home settings. *Clin Nutr*. 2016;35(1):125-37.

Francis P, Mc Cormack W, Toomey C, Norton C, Saunders J, Kerin E, Lyons M, Jakeman P. Twelve weeks' progressive resistance training combined with protein supplementation beyond habitual intakes

increases upper leg lean tissue mass, muscle strength and extended gait speed in healthy older women. *Biogerontology*. 2016 Dec 8 : 1-11

Gaffney-Stomberg E, Insogna KL, Rodriguez NR, Kerstetter JE. Increasing dietary protein requirements in elderly people for optimal muscle and bone health. *J Am Geriatr Soc*. 2009;57(6):1073-1079.

Haute Autorité de Santé - Stratégie de prise en charge en cas de dénutrition protéino-énergétique chez la personne âgée. *H.A.S.* 2007.

Houston DK, Nicklas BJ, Ding J, Harris TB, Tylavsky FA, Newman AB, Lee JS, Sahyoun NR, Visser M, Kritchevsky SB. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: The health, aging, and body composition (health abc) study. *Am J Clin Nutr*. 2008;87(1):150-155.

Isanejad M, Mursu J, Sirola J, Kröger H, Rikkinen T, Tuppurainen M, Erkkilä AT. Dietary protein intake is associated with better physical function and muscle strength among elderly women. *Br J Nutr*. 2016 Apr 14;115(7):1281-91.

Katsanos CS, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, Aarsland A, Wolfe RR: A high proportion of leucine is required for optimal stimulation of the rate of muscle protein synthesis by essential amino acids in the elderly. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2006, 291: E381-E387.

Kim C.O., K.R. Lee, Preventive effect of protein-energy supplementation on the functional decline of frail older adults with low socioeconomic status: a community-based randomized controlled study. *J. Gerontol. Ser. A: Biol. Sci. Med. Sci*. 68 (2013) 309-316.

Lancha AH Jr, Zanella R Jr, Tanabe SG, Andriamihaja M, Blachier F. Dietary protein supplementation in the elderly for limiting muscle mass loss. *Amino Acids*. 2017 Jan;49(1):33-47.

Lad H, Gott M, Gariballa S. Elderly patients compliance and elderly patients and health professional's, views, and attitudes towards prescribed sip-feed supplements. *J Nutr Health Aging*. 2005;9(5):310-315.

Landi F, Liperoti R, Russo A, et al. Sarcopenia as a risk factor for falls in elderly individuals: Results from the iSIRENTE study. *Clin Nutr*. 2012;31:652-658.

Malafarina V, Uriz-Otano F, Iniesta R, Gil-Guerrero L. Effectiveness of nutritional supplementation on muscle mass in treatment of sarcopenia in old age: a systematic review. *J Am Med Dir Assoc*. 2013 Jan;14(1):10-7.

McLean RR, Mangano KM, Hannan MT, Kiel DP, Sahni S. Dietary protein intake is protective against loss of grip strength among older adults in the framingham offspring cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2016;71:356-361.

Meng X, Zhu K, Devine A, Kerr DA, Binns CW, Prince RL. A 5-year cohort study of the effects of high protein intake on lean mass and BMC in elderly postmenopausal women. *J Bone Miner Res*. 2009;24:1827-1834.

Methven L, Rahelu K, Economou N, Kinneavy L, Ladbroke-Davis L, Kennedy O, Mottram DS, Gosney M. The effect of consumption volume on profile and liking of oral nutritional supplements of varied sweetness: Sequential profiling and boredom tests. *Food Qual Prefer*. 2010;21(8):948-955.

Milne AC, Potter J, Vivanti A, Avenell A. Protein and energy supplementation in elderly people at risk from malnutrition. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2009(2);15(2). CD003288.

Mithal A, Bonjour JP, Boonen S, Burckhardt P, Degens H, El Hajj Fuleihan G, Josse R, Lips P, Morales Torres J, Rizzoli R, Yoshimura N, Wahl DA, Cooper C, Dawson-Hughes B; IOF CSA Nutrition Working Group. Impact of nutrition on muscle mass, strength, and performance in older adults. *Osteoporos Int*. 2013 May;24(5):1555-66.

Morais J, Chevalier S, Gougeon R. Protein turnover and requirements in the healthy and frail elderly. *J Nutr Health Aging*. 2006;10(4):272-83.

Munk T, Beck AM, Holst M, Rosenbom E, Rasmussen HH, Nielsen MA, Thomsen T. Positive effect of protein-supplemented hospital food

on protein intake in patients at nutritional risk: a randomised controlled trial. *J Hum Nutr Diet*. 2014 Apr;27(2):122-32.

Munk T, Bruun N, Nielsen MA, Thomsen T. From Evidence to Clinical Practice: Positive Effect of Implementing a Protein-Enriched Hospital Menu in Conjunction With Individualized Dietary Counseling. *Nutr Clin Pract*. 2017 Jun;32(3):420-426.

Neelemaat F, Lips P, Bosmans JE, Thijs A, Seidell JC, van Bokhorst-de van der Schueren MAE. Short-term oral nutritional intervention with protein and vitamin d decreases falls in malnourished older adults. *J Am Geriatr Soc*. 2012;60(4):691-699.

Newman AB, Yanez D, Harris T, et al. Weight change in old age and its association with mortality. *J Am Geriatr Soc*. 2001;49:1309-1318.

Norman K, Pirlich M, Smoliner C, et al. Cost-effectiveness of a 3-month intervention with oral nutritional supplements in disease-related malnutrition: A randomised controlled pilot study. *Eur J Clin Nutr*. 2011;65:735-742.

Norton C, Toomey C, McCormack WG, Francis P, Saunders J, Kerin E, Jakeman P. Protein Supplementation at Breakfast and Lunch for 24 Weeks beyond Habitual Intakes Increases Whole-Body Lean Tissue Mass in Healthy Older Adults. *J Nutr*. 2016 Jan;146(1):65-9.

Paddon-Jones D, Rasmussen BB. Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia: Protein, amino acid metabolism and therapy. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2009;12(1):86-90.

Paddon-Jones D, Campbell WW, Jacques PF, Kritchevsky SB, Moore LL, Rodriguez NR, van Loon LJ. Protein and healthy aging. *Am J Clin Nutr*. 2015; 101(6):1339S-1345S.

Payette H, Boutier V, Coulombe C, Gray-Donald K. Benefits of nutritional supplementation in free-living, frail, undernourished elderly people: a prospective randomized community trial. *J Am Diet Assoc*. 2002; Aug;102(8):1088-95.

Philipson TJ, Snider JT, Lakdawalla DN, Stryckman B, Goldman DP. Impact of oral nutritional supplementation on hospital outcomes. *Am J Manag Care*. 2013; 19(2):121-8.

Pouyssegur V, Brocker P, Schneider SM, Philip JL, Barat P, Reichert E, Breugnot F, Brunet D, Civalleri B, Solere JP, Bensussan L, Lupi-Pegurier L. An innovative solid oral nutritional supplement to fight weight loss and anorexia: open, randomised controlled trial of efficacy in institutionalised, malnourished older adults. *Age Ageing*. 2015 Mar;44(2):245-51.

Rahi B. et coll. Higher Protein but Not Energy Intake Is Associated With a Lower Prevalence of Frailty Among Community-Dwelling Older Adults in the French Three-City Cohort. *J Am Med Dir Assoc*. 2016; 17(7):672.e7-672.e11.

Rodacki CL, Rodacki AL, Pereira G, Naliwaiko K, Coelho I, Pequito D, Fernandes LC. Fish-oil supplementation enhances the effects of strength training in elderly women. *Am J Clin Nutr*. 2012, 95: 428-436.

Rondanelli M, Klersy C, Terracol G, Talluri J, Maugeri R, Guido D, Faliva MA, Solerte BS, Fioravanti M, Lukaski H, Perna S. Whey protein, amino acids, and vitamin D supplementation with physical activity increases fat-free mass and strength, functionality, and quality of life and decreases inflammation in sarcopenic elderly. *Am J Clin Nutr*. 2016 Mar;103(3):830-40.

Scott D, Blizzard L, Fell J, Giles G, Jones G. Associations between dietary nutrient intake and muscle mass and strength in community-dwelling older adults: The Tasmanian Older Adult Cohort Study. *J Am Geriatr Soc*. 2010;58:2129–2134.

Smith GI, Atherton P, Reeds DN, Mohammed BS, Rankin D, Rennie MJ, Mittendorfer B. Dietary omega-3 fatty acid supplementation increases the rate of muscle protein synthesis in older adults: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*. 2011, 93: 402-412.

Smoliner C, Norman K, Scheufele R, Hartig W, Pirlich M, Lochs H. Effects of food fortification on nutritional and functional status in frail elderly nursing home residents at risk of malnutrition. *Nutrition*. 2008 Nov-Dec;24(11-12):1139-44.

Stelten S, Dekker IM, Ronday EM, Thijs A, Boelsma E, Peppelenbos HW, de van der Schueren MA. Protein-enriched 'regular products' and their effect on protein intake in acute hospitalized older adults; a randomized controlled trial. *Clin Nutr*. 2015 Jun;34(3):409-14.

Symons TB, Sheffield-Moore M, Mamerow MM, Wolfe RR, Paddon-Jones D. The anabolic response to resistance exercise and a protein-rich meal is not diminished by age. *J Nutr Health Aging*. 2011, 15: 376-381.

Ter Borg S, de Groot LC, Mijnders DM, de Vries JH, Verlaan S, Meijboom S, Luiking YC, Schols JM. Differences in Nutrient Intake and Biochemical Nutrient Status Between Sarcopenic and Nonsarcopenic Older Adults-Results From the Maastricht Sarcopenia Study. *J Am Med Dir Assoc*. 2016 May 1;17(5):393-401.

Tieland M, Borgonjen-Van den Berg KJ, van Loon LJC, de Groot LC. Dietary protein intake in community-dwelling, frail, and institutionalized elderly people: Scope for improvement. *Eur J Nutr*. 2012;51(2):173-179.

Valenzuela RE, Ponce JA, Morales-Figueroa GG, Muro KA, Carreon VR, Aleman-Mateo H. Insufficient amounts and inadequate distribution of dietary protein intake in apparently healthy older adults in a developing country: implications for dietary strategies to prevent sarcopenia. *Clin Interv Aging*. 2013;8:1143–8.

Vandewoude MF, Alish CJ, Sauer AC, Hegazi RA. Malnutrition-sarcopenia syndrome: Is this the future of nutrition screening and assessment for older adults? *J Aging Res*. 2012 Sept 13: 651570

Van Til AJ, Naumann E, Cox-Claessens IJ, Kremer S, Boelsma E, de van der Schueren MA. Effects of the daily consumption of protein enriched bread and protein enriched drinking yoghurt on the total protein intake in older adults in a rehabilitation centre: a single blind randomised controlled trial. *J Nutr Health Aging*. 2015 May;19(5):525-30.

Van Wymelbeke V, Brondel L, Bon F, Martin-Pfitzenmeyer I, Manckoundia P. An innovative brioche enriched in protein and energy improves the nutritional status of malnourished nursing home residents compared to oral nutritional supplement and usual breakfast: FARINE+ project. *Clin Nutr ESPEN*. 2016 Oct;15:93-100.

Vikstedt T, Suominen MH, Joki A, Muurinen S, Soini H, Pitkälä KH. Nutritional status, energy, protein, and micronutrient intake of older service house residents. *J Am Med Dir Assoc*. 2011;12(4):302-307.

Volpi E, Campbell WW, Dwyer JT, Johnson MA, Jensen GL, Morley JE, Wolfe RR. Is the optimal level of protein intake for older adults greater than the recommended dietary allowance? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013;68:677–81.

Wolfe RR, Miller SL. The recommended dietary allowance of protein: a misunderstood concept. *JAMA*. 2008;299:2891–3.

Wolfe RR, Miller SL, Miller KB. Optimal protein intake in the elderly. *Clin Nutr*. 2008;27:675–84.

Yang Y, Breen L, Burd NA, Hector AJ, Churchward-Venne TA, Josse AR, Tarnopolsky MA, Phillips SM: Resistance exercise enhances myofibrillar protein synthesis with graded intakes of whey protein in older men. *Br J Nutr*. 2012, 108(10):1780-8

Ziylan C, Haveman-Nies A, Kremer S, de Groot LC. Protein-Enriched Bread and Ready-made Meals Increase Community-Dwelling Older Adults' Protein Intake in a Double-Blind Randomized Controlled Trial. *J Am Med Dir Assoc*. 2017 Feb 1;18(2):145-151.