

# **L'ostéoporose et l'activité physique**

**Ann-Charlotte Grahn Kronhed**

**lotta.grahn-kronhed@telia.com**

## **Résumé**

L'activité physique est bénéfique pour la masses osseuse, la force musculaire, le maintien de l'équilibre et le soulagement de la douleur chez les personnes souffrant d'ostéoporose. On recommande particulièrement des exercices d'extension dorsale pour les personnes ostéoporotiques. La prévention des fractures de fragilité doit mettre l'accent tant sur la prévention de l'ostéoporose que sur la prévention des chutes. Les patients ostéoporotiques nécessitent une supervision adéquate et qualifiée au cours de leur entraînement individuel en réadaptation. Les physiothérapeutes devraient jouer un rôle important afin de motiver, d'encourager et de conseiller les personnes ostéoporotiques à commencer un programme d'exercice physique et à devenir actif tout au long de leur vie.

## **L'épidémiologie et les coûts**

Au cours de l'année 2000, on estimait le nombre de fractures ostéoporotiques à 9 millions, dont un nombre de 1,6 million était des fractures de la hanche, 1,7 million des fractures de l'avant-bras et 1,4 million des fractures vertébrales cliniques. Soixante-dix p. cent des fractures de la hanche sont survenues chez les femmes. Le plus grand nombre de fractures ostéoporotiques est survenu en Europe (34,8 %) (Johnell et coll. 2006). Les femmes scandinaves sont les plus susceptibles de subir des fractures de la hanche à l'échelle mondiale (Johnell et coll. 1992). Les coûts moyens liés aux fractures en euros (€) suivant l'année de l'incident était de 14 221 € pour les fractures de hanche, de 12 544 € pour les fractures vertébrales et de 2 147 € pour les fractures du poignet chez les patients suédois. En ce qui concerne la réduction de la qualité de vie due à ces fractures, le fardeau annuel de l'ostéoporose en Suède était estimé à un demi-milliard d'euros (Borgström et coll. 2006).

Les fractures de l'avant-bras sont très fréquentes chez les femmes d'âge moyen. Une faible densité minérale osseuse (DMO) de l'avant-bras est un facteur de risque de fracture. Une fracture de l'avant-bras pourrait, chez les deux sexes, être le signe précurseur d'une éventuelle fracture vertébrale ou de la hanche (Bengnér et coll. 1985, Peel et coll. 1994). L'incidence des fractures de l'avant-bras augmente davantage en saison hivernale comparativement à celle des fractures vertébrales ou de la hanche. Une proportion considérable de chutes survient à l'extérieur dans le cas des fractures de l'avant bras distal, alors que les fractures de la hanche se produisent plus souvent à l'intérieur (Arden et coll. 1998, Nevitt et coll. 2003). L'incidence de fractures de l'humérus et de la hanche augmente fortement avec le vieillissement (Bengnér et coll. 1988). L'accroissement de l'incidence provient de la combinaison du déclin de la DMO et d'une propension accrue aux chutes chez les personnes âgées (Kristinsdottir et coll. 2000, Low Choy et al. 2007). La plupart des fractures de la hanche surviennent chez les personnes d'un âge moyen de 80 ans (Löfman et coll. 2002, Nilsson et coll. 1991, Obrant 1996).

## **La qualité de vie liée à la santé des personnes ayant subi des fractures ostéoporotiques**

Les fractures ostéoporotiques de la hanche et des vertèbres sont associées à des taux considérables de morbidité et de mortalité. Les personnes ostéoporotiques peuvent éprouver

une douleur intense occasionnée par des fractures vertébrales, bien que l'on ait estimé qu'au moins la moitié de ces fractures sont asymptomatiques (Eastell 1998). Il n'y a donc qu'une corrélation modérée entre la douleur et le nombre de fractures vertébrales, tandis qu'un handicap correspond souvent plus adéquatement à ce nombre (Lips 1998, Ross et coll. 1994). Une étude récente des États-Unis a montré que les fractures des vertèbres et de la hanche avaient des répercussions prolongées sur la qualité de vie liée à la santé (QVS) deux ans après la fracture que les fractures de l'avant-bras et de l'humérus selon une estimation au moyen du questionnaire SF-36 (Hallberg et coll. 2004). Ce questionnaire spécifiquement conçu pour l'ostéoporose appelé QUALEFFO-41 (questionnaire sur la qualité de vie de la Fondation européenne contre l'ostéoporose) a été mis au point pour les patients atteints d'ostéoporose vertébrale établie. On a également confirmé l'existence d'un lien entre la détérioration de la QVS mesurée par le QUALEFFO-41 et le nombre croissant de fractures vertébrales (Lips et coll. 1999, Lips et coll. 2005).

### **Définition de l'ostéoporose et de l'instrument FRAX®**

En 1994, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a établi des catégories de diagnostic pour l'ostéoporose en se fondant sur la moyenne de référence des valeurs de la DMO observées chez les jeunes adultes que l'on désigne comme le T score. On parle d'ostéopénie chez les jeunes adultes lorsque la valeur de la DMO est comprise entre -1 écart-type et -2,5 écart-type sous la densité osseuse moyenne des jeunes adultes du même sexe. Il y a ostéoporose lorsque la DMO est inférieure ou égale à -2,5 écart-type et ostéoporose établie (ou grave) lorsque la DMO est inférieure à -2,5 écart type et qu'une ou de plusieurs fractures de fragilité sont présentes. La définition de l'OMS est de nature quantitative et repose sur des méthodes de mesure utilisant l'ADEX (absorptiométrie double énergie à rayons X) pour effectuer des mesures au niveau des sites anatomiques des vertèbres lombaires et de la hanche (OMS 1994).

L'instrument FRAX® a été mis au point par l'OMS dans le but d'évaluer le risque de fractures chez les patients. Les algorithmes de l'instrument FRAX® offrent un aperçu de la probabilité de fractures de la hanche et de fractures ostéoporotiques majeures (fracture clinique des vertèbres, de l'avant-bras, de la hanche ou de l'épaule) sur une période de 10 ans (Kanis et coll. 2008).

### **La prévention de l'ostéoporose et des fractures occasionnées par l'activité physique**

Un des principaux facteurs associés au risque d'ostéoporose est la DMO maximale du squelette (pic de masse osseuse) au cours de son développement durant l'enfance et les premières années de l'âge adulte. L'âge d'apparition de la minéralisation osseuse et l'âge de survenue du pic de masse osseuse varient en fonction du sexe et de la région osseuse étudiée. Le pic de masse osseuse survient habituellement avant la fin de la trentaine (American College of Sports Medicine 2004, Lu et coll. 1994). Le pic de masse osseuse dépend principalement de facteurs génétiques (70 à 80 %), mais il est également fortement influencé par l'activité physique et l'apport alimentaire en calcium au cours de l'adolescence (Mundy 1998). La diminution de la masse osseuse liée au vieillissement (sans égard aux niveaux d'hormones gonadiques) commence généralement au début de la cinquantaine. La perte osseuse liée au vieillissement est d'environ 0,5 % par année durant la sixième et la septième décennies, mais elle s'accélère considérablement avec l'âge (Heaney 1998). Chez les femmes, la perte osseuse s'accélère davantage à la ménopause (American College of Sports Med 2004, Mundy 1998).

Il y a une forte corrélation entre les propriétés architecturales d'un os et les forces mécaniques qu'il subit. La charge mécanique perturbe le liquide interstitiel. Dès que ces perturbations sont détectées, des ostéoblastes profondément enfouis dans l'os minéralisé coordonnent à distance une réaction d'adaptation en dirigeant les actions de cellules effectrices, comme les ostéoblastes à l'origine de la formation du tissu osseux et les ostéoclastes qui le résorbent. Les cellules ostéoblastiques détectent et communiquent des signaux biophysiques aux ostéoblastes et améliorent également le signal, permettant ainsi aux ostéoblastes de répondre rapidement à un signal qu'ils ne peuvent détecter eux-mêmes (Taylor et coll. 2007). Les règles suivantes régissent l'adaptation osseuse: 1) elle est catalysée par une charge dynamique plutôt qu'une charge statique, 2) seule une charge mécanique de courte durée est nécessaire pour amorcer la réaction d'adaptation, 3) les cellules osseuses s'adaptent au milieu mécanique habituel ce qui les rend moins réceptives aux signaux courants de charge (Turner 1998). La réponse ostéogénique idéale sera réalisée par l'activité dynamique de mise en charge, en particulier si la charge mécanique est répétée périodiquement et influence le squelette par d'importantes contraintes musculaires dans diverses directions (American College of Sports Medicine 2004). Par conséquent, les programmes d'entraînement comprenant des sauts ont un effet considérablement plus grand sur la masse osseuse que la charge qu'impose la bicyclette ou la natation (Bassey et coll. 1994, Bassey et coll. 1998, Heinonen et coll. 1996). La gravité et la traction des muscles sont toutes deux nécessaires pour stimuler la masse osseuse. Un exemple flagrant de ce phénomène s'observe chez les astronautes qui présentent une détérioration de la minéralisation osseuse après avoir passé des semaines en impesanteur (American College of Sports Medicine 2004). L'absence d'activité physique et de charge, comme le fait de rester allité pendant une longue période aura des effets négatifs sur l'os trabéculaire et l'os cortical dans les régions du squelette supportant la mise en charge (les vertèbres, la hanche et le bassin). Une étude a permis de constater que les baisses de densité minérale osseuse ne sont pas complètement résorbées après 6 mois d'activité de mise en charge normale (Bloomfield 1997, The Swedish Council on Technology Assessment in Health Care 2003). L'activité physique accroît le pic de masse osseuse chez les jeunes, réduit la perte osseuse liée au vieillissement et pourrait même accroître la masse osseuse de quelques pourcentages chez les personnes âgées (Heaney 1998, Marcus 2001). Les adultes en santé tirent profit d'un entraînement en force de haute intensité et de sauts, ce qui signifie de grandes contraintes musculaires et une charge considérable (Bassey et coll. 1994, Bassey et coll. 1998, Heinonen et coll. 1996). L'exécution de 50 sauts verticaux par jour pendant 6 mois ont permis d'accroître la densité minérale de la masse osseuse de femmes préménopausées au niveau du grand trochanter (Bassey et coll. 1994, Bassey et coll. 1998). Dans une autre étude, l'exécution de divers types de sauts 3 fois par semaine pendant une période de 18 mois ont accru la densité minérale de la masse osseuse de femmes préménopausées au niveau du fémur, du col fémoral et des vertèbres lombaires (Heinonen et al. 1996). On a également réussi à améliorer la densité minérale osseuse de la hanche chez des femmes préménopausées (âgées entre 35 et 40 ans) en ayant recours à des exercices aérobie de haute intensité pendant un an (Vainionpää et coll. 2006). Il est possible de prévenir la progression naturelle d'une cyphose thoracique chez des femmes en santé âgées de 50 à 59 par des exercices d'extension dorsale exécutés 3 fois par semaine pendant une période d'un an (Ball et coll. 2009). On a découvert une relation dose-efficacité entre le niveau d'activité physique et le risque de fracture de la hanche. Chez les personnes âgées qui font de l'activité physique, on constate une incidence de fracture de la hanche de 30 à 40 % inférieure à celle des personnes âgées qui sont inactives. La diminution de l'incidence de fracture chez les personnes âgées du fait qu'elles sont plus actives s'explique probablement par l'amélioration de la force musculaire, de la masse osseuse et du maintien de l'équilibre (American College of Sports Medicine 2004,

Englund et coll. 2005, Gregg et coll. 2000, Høidrup et coll. 2001, Järvinen et coll. 2008, Jessup et coll. 2003, Joakimsen et coll. 1997, Korpelainen et coll. 2006, Pfeifer et coll. 2004). La prévention des fractures devrait donc mettre l'accent à la fois sur la prévention de l'ostéoporose et la prévention des chutes (Järvinen et al. 2008).

## **L'entraînement en réadaptation et l'activité physique à l'intention des personnes ostéoporotiques**

Les patients ostéoporotiques nécessitent une supervision adéquate et qualifiée au cours de leur entraînement individuel en réadaptation. Un physiothérapeute averti motive les personnes fragiles à commencer un programme d'exercices non seulement pour la durée de la réadaptation d'une fracture, mais afin que ceux-ci deviennent actifs et le restent tout au long de leur vie. Une supervision, une rétroaction et un suivi adéquat sont extrêmement importants afin d'encourager les patients ostéoporotiques à poursuivre leur activité physique. Un entraînement en force d'intensité modérée et des exercices d'équilibre s'avèrent efficaces pour la plupart des personnes ostéoporotiques (American College of Sports Medicine 2004). Il est important de commencer une séance d'exercices avec un réchauffement léger de 10 minutes (Karinkanta et coll. 2007, Khan et coll. 2001). Des exercices de mise en charge exécutés dans des positions fixes conviennent bien aux personnes fragiles. Les exercices doivent être de nature sécuritaire afin de minimiser les risques de complications arthritiques, de chutes et de fractures. Il est important que le physiothérapeute détermine la charge de façon individuelle lorsque de l'équipement d'entraînement et des poids sont utilisés (Englund et coll. 2005, Grahn Kronhed et coll. 1998, Hourigan et coll. 2008, Malmros et coll. 1998). La charge doit être déterminée en fonction du site anatomique en cause et augmentée graduellement afin d'obtenir le meilleur impact possible sur la masses osseuse (Layne 1999, Marcus 2001). Dans une étude en entraînement effectuée auprès de femmes ostéopéniques et ostéoporotiques (âge moyen de 73 ans), l'intensité du stimulus de l'entraînement correspondait à un indice de répétition maximale de 50 à 60 % (IRM) avec 2 séries de 10 à 15 répétitions. Par la suite, l'intensité augmentait à 70-80 % de la répétition maximale avec 3 séries de 8 à 10 répétitions. Après un an d'entraînement combiné avec exercices de résistance, d'équilibre et de sauts, on a constaté une amélioration de la fonction physique, de l'équilibre dynamique et de la force musculaire des membres inférieurs (Karinkanta et al. 2007).

Dans la phase aigue d'une fracture vertébrale, la douleur pourrait faire en sorte d'induire un réflexe d'inhibition provoquant la surutilisation des fléchisseurs dorsaux. Les fractures vertébrales peuvent occasionner des déformations posturales, comme des modifications en hypercyphose du rachis accompagnées d'une extension exagérée des ligaments, et entraîner une lombalgie chronique. De multiples fractures vertébrales, une cyphose grave une perte de taille peuvent aussi occasionner un contact iliocostal qui provoque un syndrome algique iliocostal et des douleurs aux flancs (Arden et coll. 1998, Eastell 1998, Francis et coll. 2008, Hallberg et coll. 2004, Lips 1998, Malmros et coll. 1998). Les fractures graves des vertèbres thoraciques réduisent la capacité pulmonaire et peuvent occasionner des symptômes respiratoires. Les fractures des vertèbres lombaires réduisent le volume de l'abdomen et provoquent une protrusion abdominale (Eastell 1998). L'appareillage du tronc pourrait faire en sorte de réduire l'angulation cyphotique et la douleur, améliorant ainsi la qualité de vie de la personne (Pfeifer et coll. 2004). La perte de taille corporelle est un indice solide de la présence de déformations vertébrales provoquées par des fractures ou des modifications dégénératives au niveau des disques intervertébraux (Eastell 1998). Les physiothérapeutes travaillant en clinique devraient mettre l'accent sur la mesure de la taille corporelle et

l'établissement de la taille au début de l'âge adulte afin d'obtenir un indice de la présence possible d'ostéoporose vertébrale (Moayyeri et coll. 2008). On a constaté les bienfaits de l'activité physique pour le soulagement de la douleur et les effets sont évidents sur la lombalgie des femmes ostéoporotiques (Malmros et coll. 1998). L'exécution d'une contraction isométrique des muscles paradosaux pourrait faire en sorte de réduire la douleur et l'oedème séquellaires. Les physiothérapeutes devraient superviser les personnes ostéoporotiques dans l'exécution d'exercices de renforcement de la musculature dorsale, comme des redressements dorsaux en position couchée sur le ventre (avec un oreiller sous l'estomac), en élevant légèrement la partie supérieure du corps sans appui sur les bras et en maintenant cette position afin de renforcer la musculature dorsale, la masse osseuse vertébrale et soulager la douleur dorsale. De tels exercices de renforcement de la musculature dorsale peuvent favoriser la réduction des risques de subir d'autres fractures vertébrales (Francis et coll. 2008, Hongo et coll. 2007, Malmros et coll. 1998, Sinaki et coll. 2002). Des exercices de flexion, comme les redressements assis, devraient être évités en grande partie. De plus, les exercices de rotation du tronc pourraient s'avérer dangereux et accroître les risques de compression vertébrale chez les personnes ostéoporotiques (Francis et coll. 2008, Sinaki et Mikkelsen 1984). Des femmes postménopausées d'âge moyen ayant exécuté 10 exercices d'extension dorsale (redressements dorsaux) à chaque séance d'entraînement (5 jours par semaine) pendant une période de 2 ans, avec la possibilité de continuer des activités physiques au choix pour une autre période de 8 ans, présentaient un nombre réduit de compressions vertébrales comparativement au groupe témoin qui était suivi sur une période de 10 ans (Sinaki et coll. 2002). Des exercices semblables d'extension dorsale exécutés à domicile pendant une période de 4 mois ont permis à la fois le renforcement de la musculature dorsale chez des femmes ostéoporotiques postménopausées, ainsi que l'amélioration de leur QVS (Hongo et coll. 2007). Parmi les autres programmes d'entraînement à domicile adéquats, on trouve également des exercices exécutés dans des positions fixes, par exemple : se positionner sur les genoux et les mains (à quatre pattes) et tenter de lever un bras et la jambe opposée simultanément tout en maintenant un axe diagonal; se tenir debout avec les paumes des mains appuyées sur le cou ou les hanches et tenter simultanément de ramener ses coudes en maintenant le dos bien droit; et tenter de se lever d'une chaise fixe sans utiliser ses bras (Albertsson et coll. 2007, Kalapotharakos et coll. 2005, Khan et coll. 2001). Un programme d'entraînement à domicile comprenant de tels exercices permet de renforcer la musculature, d'améliorer la mobilité et la qualité de vie chez les femmes postménopausées ostéopéniques ou ostéoporotiques qui exécutent les exercices de façon régulière 7 jours par semaine pour une durée totale de 12 semaines (Chien et coll. 2005).

Un affaiblissement de la musculature et une détérioration de la fonction vestibulaire sont des causes importantes de troubles de l'équilibre et de l'augmentation de la fréquence des chutes chez les personnes âgées (Frischknecht 1998, Kristinsdottir et coll. 2000, Low Choy et coll. 2007, Ödkvist et coll. 1998, Rosenhall et Rubin 1975). On observe des modifications liées au vieillissement tant dans la force que dans l'activité somatosensorielle vers l'âge de 50 à 60 ans (Low Choy et coll. 2007). On a constaté que le balancement postural observé dans la posture orthostatique chez les adultes en santé âgés de 40 à 80 ans s'accroît à chaque décennie de leur vie (Vandervoort et coll. 1990). Le système vestibulaire présente une baisse de fonctionnement accompagnée d'une perte de 40 % des cellules ciliées et des cellules nerveuses vestibulaires à l'âge de 70 ans (Rosenhall et Rubin 1975). Les chutes sont généralement occasionnées par l'interaction de multiples facteurs de risques et de situations variées. L'âge, la maladie et la présence de dangers environnementaux influencent le taux d'incidence des chutes et la gravité des blessures. Une chute devrait être définie comme un « évènement inattendu dans lequel une personne se retrouve sur le sol, sur le plancher ou sur

un étage inférieur. » Il serait bon de demander à la personne : « Au cours du dernier mois, avez-vous fait une chute provoquée par un glissement ou un trébuchement qui vous a fait perdre l'équilibre et en raison duquel vous vous êtes retrouvés sur le plancher, sur le sol ou à un étage inférieur? » (Lamb et coll. 2005).

Après que des personnes aient indiqué une première chute, il faut les observer au moment où elles se lèvent d'une chaise sans s'appuyer avec leurs bras (Albertsson et coll. 2007). La faculté d'équilibre des personnes ayant subi une fracture doit être évaluée rigoureusement par des physiothérapeutes. La *Falls Efficacy Scale-International* (FES-I) et la FES-I abrégée sont des mesures efficaces et réalisables pour évaluer la peur de tomber chez les personnes âgées (Kempen et coll. 2008, [www.profane.eu.org](http://www.profane.eu.org)). L'évaluation effectuée au moyen de l'instrument *Timed Up & Go* (TUG) permet de quantifier la mobilité de base chez les personnes âgées. Il existe également d'autres facteurs de risque de chutes qui doivent être identifiés (American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention 2001, Lundin-Olsson et coll. 1998, Podsiadlo et coll. 1991).

Il est possible d'améliorer le maintien de l'équilibre de façon considérable chez les personnes plus âgées en ayant recours à un entraînement en force des membres inférieurs et un entraînement particulier axé sur la stimulation des systèmes sensoriels (visuel, vestibulaire et somatosensoriel) et leur intégration centrale (Grahm Kronhed et coll. 2001, Kammerlind et coll. 2001). Des exercices d'équilibre peuvent être exécutés au sein d'un groupe d'entraînement comme la marche et les changements de direction. Ceux-ci seront éventuellement combinés à des exercices de rotation de la tête et de mouvements oculaires, de rotation complète du corps (360°), de marche sur la pointe des pieds et sur les talons, de marche vers l'avant (talon-orteil) et à reculons (orteil-talon) en ligne droite; à du jogging autour d'une chaise en tournant à gauche ou à droite sur commande, à des exercices en station debout les yeux ouverts ou fermés sur un tapis de mousse, de lever de la position assise à la station debout en se penchant à gauche ou à droite, à des exercices sur des plateaux de proprioception et également à divers exercices de ballon (Ekvall Hansson 2007, Grahm Kronhed et coll. 2001, Kammerlind et coll. 2001, Madureira et coll. 2007). Des exercices à domicile peuvent être exécutés, comme se tenir dans un coin (en plaçant une chaise près de la personne afin de prévenir les chutes) les pieds joints sur un tapis ferme ou de mousse en essayant de fermer les yeux pendant une minute; se tenir sur un pied les yeux ouverts pendant trente secondes si possible; se dresser sur les orteils à raison de 5 à 20 répétitions; et fléchir les genoux avec prudence à raison de 5 à 20 répétitions (en s'appuyant sur le dossier d'une chaise) (Albertsson 2007). La participation périodique à des séances de tai chi ou de groupes d'entraînement en équilibre permettent de réduire les risques de chutes et de blessures chez les participants (American College of Sports Medicine 2004, Bean et coll. 2004, Howe et coll. 2007, Kannus et coll. 2005, Madureira et coll. 2007). On propose également la pratique de la danse en ligne comme étant un entraînement adéquat chez les femmes postménopausées en raison de ses bienfaits sur le maintien de l'équilibre (Shigematsu et Okura 2006, Young et coll. 2007).

Selon un énoncé de principe, la recommandation de promotion de la santé va comme suit: « Les personnes de tous âges devraient cumuler quotidiennement au moins 30 minutes d'activité physique d'intensité modérée la plupart des jours de la semaine, sinon tous les jours. » (Pate 1995, US Department of Health and Human Services 1996). On recommande toutefois aux personnes atteintes d'ostéoporose établie de marcher d'un pas tranquille. On a constaté la présence d'un risque accru de chutes associé à des marches rythmées (à vitesse

graduellement augmentée) chez des femmes (âgées de 66 ans en moyenne) ayant subi une fracture humérale dans les deux années précédentes (Ebrahim et coll. 1997).

Suivant une période d'inactivité (consécutivement à la guérison d'une fracture par exemple), il est extrêmement important que les physiothérapeutes encouragent les patients ostéoporotiques à exercer une activité physique de façon périodique afin de réduire les risques de chute, de même que la dépendance et l'impuissance. On a également observé un déclin de la capacité de marcher et de la force de préhension manuelle du côté non fracturé chez des femmes (âgées de 68 ans en moyenne) ayant subi une fracture de la partie distale de l'avant-bras en raison d'une chute un an auparavant. Bien que les patients aient eu l'air en santé, ils présentaient tout de même des facteurs de risque de nouvelles chutes ou fractures. Il est donc important d'examiner les patients ayant déjà subi une fracture due à une chute ou présentant des risques et de les déceler afin d'instaurer des mesures préventives en plus du traitement orthopédique (Nordell et coll. 2005). Les physiothérapeutes devraient jouer un rôle important dans le maintien et l'amélioration de l'ensemble des fonctions physiques des patients ostéoporotiques. Par ailleurs, le recours à un plan de référence pour fins d'activité physique est susceptible d'améliorer le niveau d'activité physique chez les patients fréquentant les centres de soins de santé primaires (Leijon et coll. 2008).

## **Bibliographie**

- Albertsson D, Mellström D, Petersson C, Eggertsen R. 2007. Validation of a 4-item score predicting hip fracture and mortality risk among elderly women. *Annals of Family Medicine* 5(1):48-56.
- Albertsson D, Petersson C, Mellström D, Grahn B, Eggertsen R. 2007. Improved ability to rise and less falls among women aged over 70 at high hip fracture risk – results from an intervention study (Paper III). In: Albertsson D. Hip fracture prevention by screening and intervention of elderly women in Primary Health Care. Göteborg: Sahlgrenska Academy at Göteborg University, Medical Dissertation.
- American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. 2001. Guideline for the prevention of falls in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society* 49(5):664-672.
- American College of Sports Medicine. 2004. Position stand. Physical activity and bone health. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 36(11):1985-1996.
- Arden N, Cooper C. 1998. Present and future of osteoporosis: epidemiology. In: Meunier P, editor. *Osteoporosis: Diagnosis and management*. London: Martin Dunitz. p. 1-16.
- Ball JM, Cagle P, Johnson BE, Lucasey C, Lukert BP. 2009. Spinal extension exercises prevent natural progression of kyphosis. *Osteoporosis International* 20:481-489.
- Bassey EJ, Ramsdale SJ. 1994. Increase in femoral bone density in young women following high-impact exercise. *Osteoporosis International* 2:72-75.
- Bassey EJ, Rothwell MC, Littlewood JJ, Pye DW. 1998. Pre- and postmenopausal women have different bone mineral density responses to the same high-impact exercise. *Journal of Bone and Mineral Research* 12(13):1805-1813.

- Bean JF, Vora A, Frontera WR. 2004. Benefits of exercise for community-dwelling older adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 85(3):S31-42.
- Bloomfield SA. 1997. Changes in musculoskeletal structure and function with prolonged bed rest. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 29:197-206.
- Bengtnér U, Johnell O. 1985. Increasing incidence of forearm fractures. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 56:158-160.
- Bengtnér U, Johnell O, Redlund-Johnell I. 1988. Changes in the incidence of fracture of the upper end of the humerus during a 30-year period. *Clinical Orthopaedics* 231:179-182.
- Borgström F, Zethraeus N, Johnell O, Lidgren L, Ponzer S, Svensson O, et al. 2006. Costs and quality of life associated with osteoporosis-related fractures in Sweden. *Osteoporosis International* 17(5):637-650.
- Chien MY, Yang RS, Tsau JY. 2005. Home-based trunk-strengthening exercise for osteoporotic and osteopenic postmenopausal women without fracture – a pilot study. *Clinical Rehabilitation* 19:28-36.
- Cummings SR, Nevitt MC. 1994. Non-skeletal determinants of fractures: The potential importance of the mechanics of falls. *Osteoporosis International* 4(Suppl 1):67-70.
- Eastell R. 1998. Practical management of the patient with osteoporotic vertebral fracture. In: Meunier P, editor. *Osteoporosis: diagnosis and management*. London: Martin Dunitz. p. 175-190.
- Ebrahim S, Thompson PW, Baskaran V, Evans K. 1997. Randomized placebo-controlled trial of brisk walking in the prevention of postmenopausal osteoporosis. *Age and Ageing* 26(4):253-260.
- Ekvall Hansson E. 2007. Vestibular rehabilitation – For whom and how? A systematic review. *Advances in Physiotherapy* 9:106-116.
- Englund U, Littbrand H, Sundell A, Pettersson U, Bucht G. 2005. A 1-year combined weight-bearing training program is beneficial for bone mineral density and neuromuscular function in older women. *Osteoporosis International* 16:1117-1123.
- Francis RM, Aspray TJ, Hide G, Sutcliffe AM, Wilkinson P. 2008. Back pain in osteoporotic vertebral fractures. *Osteoporosis International* 19:895-903.
- Frischknecht R. 1998. Effect of training on muscle strength and motor function in the elderly. *Reproduction Nutrition Development* 38:167-174.
- Grahn Kronhed AC, Möller M. 1998. Effects of physical exercise on bone mass, balance skill and aerobic capacity in women and men with low bone mineral density, after one year of training - a prospective study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 8:290-298.



- Grahn Kronhed AC, Möller C, Olsson B, Möller M. 2001. The effect of short-term balance training on community-dwelling older adults. *Journal of Aging and Physical Activity* 9:19-31.
- Gregg EW, Pereira MA, Caspersen CJ. 2000. Physical activity, falls and fractures among older adults: A review of the epidemiologic evidence. *Journal of the American Geriatrics Society* 48:883-893.
- Hallberg I, Rosenqvist AM, Kartous L, Löfman O, Wahlström O, Toss G. 2004. Health-related quality of life after osteoporotic fractures. *Osteoporos International* 15:834-841.
- Heaney RP. 1998. Non-pharmacologic prevention of osteoporosis: nutrition and exercise. In: Meunier P, editor. *Osteoporosis: diagnosis and management*. London: Martin Dunitz. p. 161-174.
- Heinonen A, Kannus P, Sievänen H, Oja P, Pasanen M, Rinne M et al. 1996. Randomised controlled trial of effect of high-impact exercise on selected risk factors for osteoporotic fractures. *Lancet* 348:1343-1347.
- Høidrup S, Sørensen T, Strøger U, Lauritzen J, Schroll M, Grønbaek M. 2001. Leisure-time physical activity levels and changes in relation to risk of hip fracture in men and women. *American Journal of Epidemiology* 154:60-68.
- Holmberg A, Johnell O, Åkesson K, Nilsson P, Nilsson J-Å, Berglund G. 2004. Forearm bone mineral density in 1294 middle-aged women. *Journal of Clinical Densitometry* 7(4):419-23.
- Hongo M, Itoi E, Sinaki M, Miyakoshi N, Shimada Y, Maekawa S, et al. 2007. Effect of low-intensity back exercise on quality of life and back extensor strength in patients with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Osteoporosis International* 18:1389-1395.
- Hourigan SR, Nitz JCD, Brauer SG, O'Neill SO, Wong J, Richardson CA. 2008. Positive effects of exercise on falls and fracture risk in osteopenic women. *Osteoporosis International* 19:1077-1086.
- Howe TE, Rochester L, Jackson A, Banks PMH, Blair VA. 2007. Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database of Systematic Reviews* (4) Art no: CD004963.
- Järvinen T, Sievänen H, Khan K, Heinonen A, Kannus P. 2008. Shifting the focus in fracture prevention from osteoporosis to falls. *British Medical Journal* 336:124-126.
- Jessup JV, Horne C, Vishen RK, Wheeler D. 2003. Effects of exercise on bone density, balance, and self-efficacy in older women. *Biological Research for Nursing* 4:171-180.
- Joakimsen RM, Magnus JH, Fonnebo V. 1997. Physical activity and predisposition for hip fractures: A review. *Osteoporosis International* 7:503-513.

- Johnell O, Gullberg B, Alander E. 1992. The apparent incidence of hip fracture in Europe – A study of national register sources. *Osteoporosis International* 2:298-302.
- Johnell O, Kanis JA. 2006. An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures. *Osteoporosis International* 17:1726 -1733.
- Kalapotharakos VI, Tokmakidis SP, Smilios I, Michalopoulos M, Gliatis J, Godolias G. 2005. Resistance training in older women: Effect on vertical jump and functional performance. *Journal of Sports Medicine in Physical Fitness* 45(4):570-575.
- Kammerlind AS, Håkansson J, Skogsberg M. 2001. Effects of balance training in elderly people with non-peripheral vertigo and unsteadiness. *Clinical Rehabilitation* 15:463-470.
- Kanis JA, Johnell O, Oden A, Johansson H, McCloskey E. 2008. FRAX and the assessment of fracture probability in men and women from the UK. *Osteoporosis International* 19(4):385-397.
- Kannus P, Sievänen H, Palvanen M, Järvinen T, Parkkari J. 2005. Prevention of falls and consequent injuries in elderly people. *Lancet* 366(26):1885-1893.
- Karinkanta S, Heinonen A, Sievänen H, Uusi-Rasi K, Pasanen M, Ojala K, et al. 2007. A multi-component exercise regimen to prevent functional decline and bone fragility in home-dwelling elderly women: Randomized, controlled trial. *Osteoporosis International* 18:453-462.
- Kempen GI, Yardley L, van Haastrecht JC, Zijlstra GA, Beyer N, Hauer K, Todd C. 2008. The Short FES-I: a shortened version of the falls efficacy scale-international to assess fear of falling. *Age and Ageing* 37(1):45-50.
- Khan K, McKay H, Kannus P, Bailey D, Wark J, Bennell K. 2001. Exercise prescription for people with osteoporosis. In: Khan K, McKay H, Kannus P, Bailey D, Wark J, Bennell K, editors. *Physical activity and bone health*. Leeds: Human Kinetics p. 181-198.
- Korpelainen R, Keinänen-Kiukaanniemi S, Heikkinen J, Väänänen K, Korpelainen J. 2006. Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: A population-based randomised controlled 30-month intervention. *Osteoporosis International* 17(1):109-118.
- Kristinsdottir EK, Jarnlo G-B, Magnusson M. 2000. Asymmetric vestibular function in the elderly might be a significant contributor to hip fractures. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 32(2):56-60.
- Lamb SE, Lamb S, Jørstad-Stien E, Hauer K, Becker C on behalf of the Prevention Falls Network Europe and Outcomes. 2005. Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: The Prevention of Falls Network Europe consensus. *Journal of the American Geriatrics Society* 53(9):1618-1622.
- Layne JE, Nelson ME. 1999. The effects of progressive resistance training on bone density: A review. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 31:25-30.

- Leijon ME, Bendtsen P, Nilsen P, Ekberg K, Ståhle A. 2008. Physical activity referrals in Swedish primary health care – Prescriber and patient characteristics, reasons for prescriptions, and prescribed activities. *BMC Health Services Research* 8:201.
- Lips P. 1998. Quality of life in osteoporosis. In: Meunier P, editor. *Osteoporosis: Diagnosis and management*. London: Martin Dunitz. p. 251-256.
- Lips P, Cooper C, Agnusdei D, Caulin F, Egger P, Johnell O, et al. 1999. Quality of life in patients with vertebral fractures: Validation of the Quality of Life Questionnaire of the European Foundation for Osteoporosis (QUALEFFO). Working party for quality of life of the European Foundation for osteoporosis. *Osteoporosis International* 10(2):150-160.
- Lips P, van Schoor N. 2005. Quality of life in patients with osteoporosis. *Osteoporosis International* 16:447-455.
- Löfman O, Berglund K, Larsson L, Toss G. 2002. Changes in hip fracture epidemiology: Redistribution between ages, genders and fracture types. *Osteoporosis International* 13:18-25.
- Low Choy N, Brauer S, Nitz J. 2007. Age-related changes in strength and somatosensation during midlife. Rationale for targeted preventive intervention programs. *Annals of the New York Academy of Sciences* 114:180-193.
- Lu PW, Briody JN, Ogle GD, Morley K, Humphries IR, Allen J, Howman-Giles R, Sillence D, Cowell C. 1994. Bone mineral density of total body, spine and femoral neck in children and young adults: A cross-sectional and longitudinal study. *Journal of Bone and Mineral Research* 9: 1451-1458.
- Lundin-Olsson L, Nyberg L, Gustafsson Y. 1998. Attention, frailty, and falls: The effect of a manual task on basic mobility. *Journal of the American Geriatrics Society* 46:758-761.
- Madureira MM, Takayama L, Gallinaro AL, Caparbo VF, Costa RA, Pereira RMR. 2007. Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly women with osteoporosis: A randomized controlled trial. *Osteoporosis International* 18:419-425.
- Malmros B, Mortensen L, Jensen MB, Charles P. 1998. Positive effects of physiotherapy on chronic pain and performance in osteoporosis. *Osteoporosis International* 8:215-221.
- Marcus R. 2001. Role of exercise in preventing and treating osteoporosis. *Rheumatic Disease Clinics of North America* 27(1):131-141.
- Moayyeri A, Luben R, Bingham S, Welch A, Wareham N, Khaw KT. 2008. Measured height loss predicts fractures in middle-aged and older men and women: The EPIC-Norfolk prospective population study. *Journal of Bone and Mineral Research* 23(3):425-432.
- Mundy GR. 1998. Bone remodeling and mechanisms of bone loss in osteoporosis. In: Meunier P, editor. *Osteoporosis: Diagnosis and management*. London: Martin Dunitz. p.17-35.

- Nevitt MC, Cummings SR, and the Study of Osteoporotic Fractures Research Group. 1993. Type of fall and risk of hip and wrist fractures: The study of osteoporotic fracture. *Journal of the American Geriatrics Society* 41:1226-1234.
- Nilsson R, Löfman O, Berglund K, Larsson L, Toss G. 1991. Increased hip-fracture incidence in the county of Östergötland, Sweden, 1940-86, with forecasts up to the year 2000: An epidemiological study. *International Journal of Epidemiology* 20(4):1018-1024.
- Nordell E, Kristinsdottir EK, Jarnlo GB, Magnusson M, Thorngren KG. 2005. Older patients with distal forearm fracture. A challenge to future fall and fracture prevention. *Aging Clinical and Experimental Research* 17(2):90-95.
- Obrant K. 1996. Prognosis and rehabilitation after hip fracture. *Osteoporosis International* 6(Suppl 3):52-55.
- Ödkvist LM, Malmberg L, Möller C. 1988. Age-related vertigo and balance disorders according to a multiquestionnaire. In Claussen CF, Kirtane MV, Schlitter K. *Vertigo, nausea, tinnitus and hypoacusia in metabolic disorders*. Amsterdam: Elsevier Science p. 423-427.
- Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, Buchner D, Ettinger W, Heath GW, King AC et al. 1995. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA: the journal of the American Medical Association* 273(5):402-407.
- Peel NFA, Barrington NA, Smith TWD, Eastell R. 1994. Distal forearm fracture as risk factors for vertebral osteoporosis. *British Medical Journal* 308:1544-1545.
- Pfeifer M, Sinaki M et al. for the ASBMR working group on musculoskeletal rehabilitation. 2004. Musculoskeletal rehabilitation in osteoporosis: A review. *Journal of Bone and Mineral Research* 19:1208-1214.
- Pfeifer M, Bergerow B, Minne HW. 2004. Effects of a new spinal orthosis on posture, trunk strength and quality of life in women with postmenopausal osteoporosis. A randomised controlled trial. *American Journal of Physical and Medical Rehabilitation* 83:177-186.
- Podsiadlo D, Richardson S 1991. The timed "Up&Go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society* 39:142-148.
- Rosenhall U, Rubin W. 1975. Degenerative changes in the human vestibular sensory epithelia. *Acta Otolaryngology* 79:67-81.
- Ross PD, Davis JW, Epstein RS, Wasnich RD. 1994. Pain and disability associated with new vertebral fractures and other spinal conditions. *Journal of Clinical Epidemiology* 47(3):231-239.

- Sinaki M, Mikkelsen BA. 1984. Postmenopausal spinal osteoporosis: Flexion versus extension exercises. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 65(Oct):593-596.
- Sinaki M, Itoi E, Wahner HW, Wollan P et al. 2002. Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: A prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. *Bone* 30:836-841.
- Shigematsu R, Okura Y. 2006. A novel exercise for improving lower-extremity functional fitness in the elderly. *Aging Clinical and Experimental Research* 18(3):242-248.
- Taylor AF, Saunders MM, Shingle L, Climbala JM, Zhou Z, Donahue HJ. 2007. Mechanically stimulated osteocytes regulate osteoblastic activity via gap junctions. *American Journal of Physiology - Cell Physiology* 292:545-552.
- The Swedish Council on Technology Assessment in Health Care 2003. Osteoporos – Prevention, diagnostik och behandling. Technical Report 165/1 (In Swedish). SBU-report ISBN 91-87890-86-0.
- Turner CH. 1998. Three rules for bone adaptation to mechanical stimuli. *Bone* 23 (5): 399-407.
- US Department of Health and Human Services. 1996. Physical Activity and Health: A report of the Surgeon General. Office of the Surgeon General, Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion.
- Vainionpää A, Korpelainen R, Vihriälä E, Rinta-Paavola A et al. 2006. Intensity of exercise is associated with bone density change in premenopausal women. *Osteoporosis International* 17(3):455-463.
- Vandervoort A, Hill K, Sandrin M, Vyse MV. 1990. Mobility impairment and falling in the elderly. *Physiotherapy Canada* 2:99-107.
- World Health Organization Study Group. 1994. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Geneva: World Health Organization Technical Report Series No 843, p.2-25.
- Young CM, Weeks BK, Meck BR. 2007. Simple novel physical activity maintains proximal femur bone mineral density, and improves muscle strength and balance in sedentary postmenopausal Caucasian women. *Osteoporosis International* 18:1379-1387.