

25

Chez la personne âgée

Le processus de vieillissement s'accompagne d'une baisse progressive des capacités d'adaptation de l'individu et d'une diminution de l'efficacité des mécanismes de régulation. Ces modifications des fonctions biologiques et physiologiques, lorsqu'elles sont trop importantes, peuvent avoir des conséquences majeures sur l'autonomie de la personne et sont responsables de limitations fonctionnelles. En effet, la réduction des réserves fonctionnelles avec l'âge rapproche la personne âgée du seuil de décompensation⁶⁵ (*US Department of Health and Human Services, 1996*).

Si des capacités aérobies minimales estimées à 15-18 ml/kg/min sont nécessaires pour mener une vie indépendante (Paterson et coll., 1999), il a été montré qu'une augmentation de la consommation maximale d'oxygène de l'ordre de 3-4 ml/kg/min peut être atteinte (Huang et coll., 2005), ce qui pourrait contribuer à repousser l'âge d'entrée dans la dépendance. Il a été montré, chez le sujet très âgé, que l'activité physique permet de limiter les incapacités au cours de l'année précédant le décès. En effet, la pratique régulière d'une activité physique permet de retarder ou de ralentir certains processus délétères liés au vieillissement (Bean et coll., 2004). Le maintien des capacités physiques apparaît alors essentiel pour conserver l'indépendance et préserver la qualité de vie au cours de l'avancée en âge (Ferrucci et coll., 1999 ; Wu et coll., 1999 ; Cress et coll., 2004).

L'activité physique est donc un moyen permettant de contribuer à un vieillissement sain et a l'avantage d'agir simultanément sur plusieurs organes et sur de multiples facteurs de risque communs à différentes pathologies. Son action porte à la fois sur la santé physique et la santé mentale des individus.

65. Seuil en dessous duquel il n'est plus possible pour l'individu de s'adapter ; ce seuil existe sur le plan physique comme sur le plan psychologique.

Fonction musculaire et mobilité

Un faible niveau d'activité physique est associé à un risque plus élevé de déclin du statut fonctionnel. Le statut fonctionnel correspond à l'état des différentes fonctions ; sa mesure doit permettre d'évaluer l'impact d'une maladie sur les activités de la vie quotidienne du sujet, sur ses capacités à s'adapter, sur ses performances (Stuck et coll., 1999). En effet, s'il n'est pas clairement établi que l'activité physique prévient ou minimise l'incapacité, il est bien démontré qu'elle a un effet bénéfique sur les limitations fonctionnelles (Latham et coll., 2003 ; Means et coll., 2005). Les études prospectives montrent un effet positif, alors que les résultats des études expérimentales sont contradictoires. Plus spécifiquement, les essais contrôlés randomisés qui ont montré un effet bénéfique de l'activité physique sur les incapacités ont essentiellement été menés chez des sujets âgés atteints d'ostéoarthrite ou chez des sujets vivant en institutions ou à domicile avec des limitations fonctionnelles ou des incapacités (Keysor, 2003).

Bien que le rôle de l'activité physique dans la préservation de la mobilité du sujet âgé n'ait été que faiblement exploré, il a été montré qu'un niveau élevé d'activité physique à l'âge adulte est associé à une meilleure mobilité à un âge plus avancé par comparaison aux sujets moins actifs (Patel et coll., 2006). La mobilité peut se définir comme l'habileté du sujet à bouger d'un point à un autre de façon indépendante et sûre (Patla et Shunway-Cook, 1999). Le critère de mobilité fonctionnelle repose sur la capacité à maintenir son indépendance, tel que marcher 805 m, monter un étage à pieds, porter une charge de 11,3 kg (DiPietro, 1996). De plus, l'altération de la mobilité représente un facteur prédictif de chutes. En effet, les muscles des jambes jouent un rôle essentiel dans le maintien de la posture debout et dans la marche. Plus spécifiquement, la baisse de la force des muscles de la cheville favorise les pertes d'équilibre qui peuvent provoquer des chutes, elles-mêmes à l'origine d'une réduction de mobilité et de handicaps fonctionnels.

Une étude transversale suggère la mise en place d'une spirale du déclin fonctionnel dans laquelle la perte de force musculaire joue un rôle significatif (Rantanen et coll., 1999). Chez le sujet âgé, la fonction musculaire se dégrade progressivement. Cette dégradation est principalement marquée par la réduction de la masse musculaire (sarcopénie) qui subit des transformations quantitatives et qualitatives pouvant avoir des conséquences sur la capacité à réaliser les activités de la vie quotidienne (Hunter et coll., 1995). Ces résultats apparaissent très importants lorsqu'il est observé que les sujets âgés deviennent la plupart du temps dépendants du fait de leur incapacité à réaliser les tâches quotidiennes simples. En effet, une faiblesse musculaire est fréquemment associée à une mobilité réduite (Buchner, 1997), un risque accru d'incapacité (Guralnik et coll., 1995) et à des chutes (Tinetti et coll., 1986). La prévalence de la sarcopénie est supérieure à 20 % chez les sujets sains âgés de 65 ans et plus et a tendance à s'accroître

avec l'âge (Ianuzzi-Sucich et coll., 2002) pour atteindre 50 % au-delà de 80 ans (Baumgartner et coll., 1998). Plus précisément, l'incapacité physique peut survenir dans des cas de sarcopénie sévère. Ainsi, pour un sujet de 60 ans et plus, un degré élevé d'incapacité physique est associé à une masse musculaire $\leq 5,75 \text{ kg/m}^2$ chez les femmes et $\leq 8,50 \text{ kg/m}^2$ chez les hommes ; un degré modéré est associé à une masse musculaire comprise entre 5,76 et 6,75 kg/m^2 chez les femmes et 8,51 et 10,75 kg/m^2 chez les hommes (Janssen et coll., 2004).

Le maintien de l'activité physique contribue donc à la conservation de la fonction musculaire nécessaire au maintien de la mobilité chez le sujet âgé (Rantanen et coll., 1994 et 1996). Dans une revue *Cochrane*, il a été montré que la réduction de la masse musculaire est potentiellement réversible par l'exercice contre résistance (Latham et coll., 2003), qui augmente la surface occupée par les fibres de type II (Pyka et coll., 1994), et par l'exercice en endurance qui augmente l'activité enzymatique oxydative du muscle (Coggan et coll., 1992 ; Berthon et coll., 1995 ; Proctor et coll., 1995) même s'il semble que l'entraînement en endurance soit moins efficace que l'exercice contre résistance dans le traitement de la sarcopénie liée à l'avancée en âge (Fiatarone et coll., 1994). Cependant, le déclin de la force musculaire (principaux muscles extenseurs des membres inférieurs) est plus lent chez les individus qui maintiennent un niveau élevé d'entraînement basé sur des activités d'endurance (Harridge et coll., 1997).

La conséquence associée à la perte de masse musculaire est la perte de force musculaire. Un entraînement progressif contre résistance permet d'accroître la force musculaire chez le sujet âgé de 60 ans et plus et a également un effet sur certaines limitations fonctionnelles. Il est aujourd'hui largement démontré que la force musculaire peut être augmentée par le biais de programmes d'entraînement même à un âge très avancé (Fiatarone et coll., 1990 ; Pyka et coll., 1994), le gain allant de 8 à 174 % suivant le muscle et l'état de la fonction musculaire du sujet au début de l'entraînement (Fiatarone et coll., 1990 ; Rogers et Evans, 1993). Les gains pouvant être obtenus chez des sujets âgés sont similaires à ceux observés chez des adultes jeunes. Il est important de rappeler que 75 % des bénéfices liés à l'entraînement de la force musculaire sont perdus en 3 mois après l'arrêt de l'entraînement (Taaffe et Marcus, 1997). Une étude suggère que ce n'est pas le niveau d'activité physique qui est important dans l'optimisation de la fonction musculaire du sujet âgé, mais la nature de ces activités (Harridge et coll., 1997). Une méta-analyse a permis de définir les modalités d'un entraînement destiné à développer la force musculaire (Rhea et coll., 2003). Chez le sujet non entraîné, une charge équivalente à 60 % de la charge maximale (1-RM ou une répétition maximale), à raison de 4 séries d'exercices par groupe musculaire, 3 fois par semaine, permet d'obtenir des gains maximum. Chez le sujet entraîné, une charge de 80 %, à raison de 4 séries d'exercices par groupe musculaire, 2 fois par semaine sont nécessaires.

Il ne semble pas exister de relation entre le niveau d'activité physique chez le jeune ou à l'âge adulte et la force musculaire à un âge avancé (≥ 65 ans) mais l'augmentation de la force musculaire par l'activité physique et des exercices de renforcement musculaire à l'âge adulte peut avoir un impact favorable sur la morbidité et la mortalité à un âge plus avancé, indépendamment de l'indice de masse corporelle (Rantanen et coll., 2000).

Si l'amélioration de la force musculaire est d'un intérêt majeur dans la préservation de la fonction musculaire, un intérêt de plus en plus grand est porté sur la puissance musculaire (force X vitesse) dont la baisse avec l'âge est plus rapide, celle-ci étant plus largement associée à la mobilité fonctionnelle (Bean et coll., 2003 et 2004).

L'exercice mais également la nutrition et le traitement hormonal substitutif de la ménopause sont des facteurs importants à considérer dans la prévention de la perte musculaire (Iannuzzi-Sucich et coll., 2002).

Chutes

La chute est à l'origine d'une réduction de mobilité et de handicaps fonctionnels, psychologiques et sociaux conséquents, aboutissant à l'extrême à la régression psychomotrice, source elle-même d'une morbi-mortalité élevée contribuant pour une large part à l'hospitalisation et à l'institutionnalisation des personnes âgées. Un entraînement exercé dans certaines conditions (extension de la tête, exercices sur sols mous) améliore le contrôle postural et la fonction d'équilibration en agissant sur ses différents composants (capteurs vestibulaires et somato-sensoriels, capacités attentionnelles, effecteurs) (Hu et Woollacott, 1994a et b). L'entraînement spécifique, à base d'exercices d'équilibre, permet une optimisation du contrôle postural dans les situations extrêmes en réduisant les temps de réaction, en développant l'aptitude à commuter d'un système sensoriel à l'autre et en renforçant l'usage préférentiel d'un type particulier d'informations, ce qui permet une meilleure résolution des conflits intersensoriels.

Six revues de littérature portant sur les effets des interventions d'activité physique/exercice sur la prévention des chutes ont été publiées entre 2001 et 2005 (Province et coll., 1995 ; Gillespie et coll., 2003 ; Moreland et coll., 2003 ; Chang et coll., 2004 ; Sherrington et coll., 2004 ; Means et coll., 2005).

En 1995, une première méta-analyse avait pour but de déterminer si une session d'exercices de durée limitée (10 à 36 semaines) réduisait les chutes sur une période de 2 à 4 ans (Province et coll., 1995). Les résultats ont montré que l'impact des différents programmes d'activités physiques s'accompagnait d'une augmentation significative du temps moyen entre deux chutes surtout lorsque ces programmes incluaient des exercices d'équilibre (RR=0,83 ; IC 95 % [0,70-0,98] *versus* RR=0,90 ; IC 95 % [0,81-0,99] pour des program-

mes sans exercices d'équilibre). Ces résultats sont à rapprocher de ceux de l'équipe de Hu (Hu et Woollacott, 1994a) qui observe une amélioration de l'équilibre et une moindre incidence des chutes chez des sujets soumis à des exercices mettant en jeu des entrées visuelles, vestibulaires et proprioceptives. Lors d'une intervention générale comportant une correction des troubles de la marche et de l'équilibre, Tinetti et coll. (1994) observent un recul de la survenue de la première chute et une réduction significative de l'incidence des chutes ainsi qu'une tendance à la réduction du nombre de celles nécessitant des soins médicaux ou chirurgicaux. L'intérêt de l'activité physique dans la prévention des chutes a également été mis en évidence dans une méta-analyse ayant porté sur 40 essais contrôlés randomisés (Chang et coll., 2004). Les résultats ont montré une diminution du risque de chute (RR=0,88 ; IC 95 % [0,82-0,95] ; p=0,03) ainsi qu'une diminution du taux d'incidence mensuel des chutes (RR=0,80 ; IC 95 % [0,72-0,88] ; p<0,001). L'analyse de 62 études d'intervention (2 168 sujets) destinées à réduire l'incidence des chutes dans la population âgée, vivant à domicile, en institution ou à l'hôpital a permis de montrer que l'intervention la plus efficace comporte un programme à base de renforcement musculaire, de réentraînement de l'équilibre, et de marche, prescrit individuellement à domicile, par un professionnel de santé entraîné (Gillespie et coll., 2003). Cette intervention a permis de réduire de façon significative le nombre de chutes sur 1 an (3 essais, 566 sujets, RR=0,80 ; IC 95 % [0,66-0,98]). Le nombre de chutes ayant occasionné une blessure a également diminué chez les personnes vivant à domicile (RR=0,67 ; IC 95 % [0,51-0,89]). Aucun résultat significatif n'a été montré chez des sujets vivant en institution. Des résultats issus d'essais randomisés contrôlés parus à partir de 2004 confirment l'efficacité de programmes d'activité physique.

Une étude menée chez des sujets âgés fragiles⁶⁶ a montré une réduction de 22 % du nombre de chutes à 1 an (IRR⁶⁷=0,78 ; IC 95 % [0,62-0,99]), voire plus chez les sujets ayant chuté au cours de l'année précédant l'étude (IRR=0,69 ; IC 95 % [0,48-0,99]) (Lord et coll., 2003).

Chez des sujets identifiés comme « à risque de chute », le taux de chutes était de 40 % plus faible dans le groupe intervention comparé au groupe sans intervention (IRR=0,60 ; IC 95 % [0,36-0,99]) (Barnett et coll., 2003). L'efficacité d'un programme d'exercices d'intensité modérée pratiqués en groupe sur la prévention des chutes et la performance physique a été observée chez des sujets pré-fragiles (*Hazard Ratio* ou HR=0,39 ; IC 95 % [0,18-0,88]) mais pas chez des sujets fragiles (Faber et coll., 2006). Les études contrôlées

66. La fragilité est un syndrome qui se manifeste par une réduction multisystémique des réserves physiologiques qui limitent les capacités d'adaptation des sujets. D'un point de vue médical, la personne âgée fragile est une personne polypathologique présentant des maladies atypiques et des syndromes gériatriques (Ahmed et coll., 2007).

67. IRR : *Incidence Rate Ratio* (rapport des taux d'incidence)

randomisées n'ont montré qu'une faible efficacité d'un programme d'activité physique chez des personnes âgées ayant des problèmes cognitifs, plus particulièrement du fait de problèmes méthodologiques contenus dans les études disponibles (Hauer et coll., 2006). Une étude prospective menée chez des femmes âgées ostéoporotiques (Madureira et coll., 2007) a souligné l'efficacité d'un entraînement de l'équilibre pour améliorer l'équilibre statique et fonctionnel, la mobilité et la fréquence des chutes. Chez des personnes âgées vivant en institution, un programme de renforcement musculaire des chevilles et de marche (15 à 20 min, 3 fois par semaine pendant 3 mois) a permis d'améliorer ou de maintenir l'équilibre et de diminuer la peur de tomber dans le groupe intervention (Schoenfelder et Rubenstein, 2004). Une étude a montré que suite à un programme d'entraînement (endurance et/ou force) seulement 42 % des sujets ont déclaré une chute par comparaison au 60 % dans le groupe témoin dans l'année qui a suivi l'étude (Buchner et coll., 1997). Par ailleurs, Jaglal et coll. (1993) ont comparé un groupe de femmes âgées ayant un premier diagnostic de fracture de la hanche à un groupe témoin et ont calculé un risque relatif de fracture de 0,66 chez les femmes ayant rapporté un passé d'activité physique et de 0,54 chez les femmes ayant été très actives.

Les programmes combinant des exercices d'équilibre, de renforcement musculaire des jambes, de souplesse et/ou d'endurance permettent effectivement de réduire le risque de chutes chez le sujet âgé (Gardner et coll., 2000 ; Gregg et coll., 2000 ; Chang et coll., 2004). Si le tai chi est une activité qui peut jouer un rôle dans la réduction de la peur de chuter chez le sujet âgé fragile (Sattin et coll., 2005), son rôle dans la réduction du nombre de chutes reste à démontrer (Zeeuwe et coll., 2006). Les activités aquatiques quant à elles ne semblent pas avoir d'effet sur la peur de chuter mais contribuent à l'amélioration de l'équilibre (Devereux et coll., 2005), tout comme la danse, qui pourrait être un moyen de réduire le risque de chute (Federici et coll., 2005).

Fractures

Plusieurs études ont montré un taux d'incidence des fractures de hanche de 20 à 40 % plus faible chez les individus qui déclarent être physiquement actifs comparés à des sujets sédentaires (Cumming et coll., 1997 ; Nguyen et coll., 1998 ; Gregg et coll., 2000 ; Marks et coll., 2003). Les résultats sont plus inconsistants pour les fractures vertébrales (Silman et coll., 1997 ; Gregg et coll., 1998). En effet, l'exercice permet de réduire le risque de fracture de hanche plus que le risque de fracture vertébrale (Province et coll., 1995). Toutefois, nous disposons de résultats en faveur d'une réduction de l'incidence des fractures vertébrales chez des femmes ménopausées au cours des 8 années qui ont suivi un programme de 2 ans à base d'exercices de

renforcement des muscles du dos (Sinaki et coll., 2002). Les résultats issus de la mise en œuvre de programmes d'éducation à la santé (alimentation, activités physiques, tabac, facteurs de risque environnementaux) ont montré une baisse significative de l'incidence des fractures de l'avant-bras chez les femmes et une tendance à la baisse des fractures de la hanche au niveau du trochanter mais pas cervical (Grahn Kronhed et coll., 2005). Il a été montré que dans une population de femmes âgées de 75 ans et plus, la performance au test d'équilibre est inférieure chez les sujets ayant déclaré un antécédent de fracture, en particulier entre 65 et 75 ans par comparaison aux femmes sans antécédent ou avec des fractures survenues avant 65 ans (Gerdhem et coll., 2006). Dans cette même étude, des résultats similaires ont été trouvés par rapport à la vitesse de marche et à la tendance à chuter. La préservation de la résistance aux fractures implique de maintenir une activité physique non seulement en quantité mais aussi en variété (par exemple des activités physiques à impact exerçant une contrainte sur l'os) (Kaptoge et coll., 2007). Par ailleurs, une étude, menée chez des femmes âgées de 70 à 73 ans, a récemment montré qu'une activité physique pratiquée tout au long de la vie pouvait être un facteur protecteur contre les fractures (Korpelainen et coll., 2006). Cependant, des études complémentaires sont nécessaires, d'autant plus que les études disponibles portent essentiellement sur des femmes.

Ostéoporose

Le gain osseux obtenu par un programme d'entraînement en endurance (Kelley et coll., 1998a) ou contre résistance (Layne et Nelson, 1999) semble faible et de courte durée après l'arrêt de l'entraînement (McCartney et coll., 1995). Cependant, l'entraînement contre résistance permettrait de maintenir la densité minérale osseuse par son effet conjoint sur la masse musculaire et la force musculaire ainsi que sur la fonction d'équilibration favorables à la réduction de l'incidence des chutes et des fractures ostéoporotiques. Le gain apporté par les programmes d'exercices en charge pourrait être optimisé en cas de traitement hormonal substitutif associé (Notelovitz et coll., 1991), suggérant que les œstrogènes seraient capables d'augmenter le seuil de sensibilité osseuse à la contrainte mécanique. Ainsi explique-t-on que l'activité physique permette une amélioration de la densité minérale osseuse plus importante en période péri-ménopausique (sécrétion d'œstrogènes encore présente) qu'en période post-ménopausique (Jarvinen et coll., 1998).

Plusieurs méta-analyses portent sur des études essentiellement menées chez des femmes (Bérard et coll., 1997 ; Kelley, 1998b ; Wolff et coll., 1999 ; Wallace et Cumming, 2000 ; Kelley et coll., 2001 et 2002 ; Bonaiuti et coll., 2002 ; Palombaro, 2005 ; Kelley et Kelley, 2006 ; Martyn-St James et Carroll, 2006). Les résultats des deux plus récentes ont montré que l'exercice

n'améliore pas (gain non significatif) la densité minérale osseuse du col fémoral de femmes ménopausées (Kelley et Kelley, 2006 ; Martyn-St James et Carroll, 2006). Le gain est toutefois statistiquement significatif au niveau de la colonne lombaire dans ces deux études, mais il est important de s'interroger sur la significativité clinique de ces résultats. L'analyse de 10 études d'interventions menées chez des hommes et des femmes de 50 ans et plus ayant suivi un programme de marche dans le but de prévenir la perte osseuse a montré un effet positif (ES⁶⁸ : +0,32 ; $p < 0,03$) sur la densité osseuse de la colonne lombaire mais pas d'effet significatif sur celles du col du fémur et du calcaneum (Palombaro, 2005). Un entraînement contre résistance permet d'atteindre des gains au niveau de la densité du radius (+1,71 % post-ménopause) (Kelley et coll., 2001) et de la hanche (+0,41 % ; IC 95 % [-8,5-1,67]), alors qu'un entraînement à base d'exercices aérobies semble être bénéfique au poignet (+1,22 % ; IC 95 % [0,71-1,74]) (Bonaiuti et coll., 2002).

Les résultats des études contrôlées randomisées les plus récentes montrent encore des résultats contradictoires (Cussler et coll., 2005 ; Englund et coll., 2005 ; Korpelainen et coll., 2006).

Arthrose

L'arthrose est une maladie articulaire dont la prévalence augmente avec l'âge. L'activité physique ne prévient pas l'arthrose mais les études concordent pour conclure à une amélioration des capacités fonctionnelles et à une diminution des douleurs (Mangione et coll., 1999 ; Dias et coll., 2000 ; Hartman et coll., 2000 ; Messier et coll., 2000) en améliorant l'amplitude des mouvements, notamment l'extension, et en favorisant un meilleur contrôle musculaire ayant des implications bénéfiques sur la réalisation des gestes de la vie quotidienne. L'activité physique n'est pas recommandée dans les périodes de poussée congestive mais peut être pratiquée en période de rémission. Elle est également recommandée chez les sujets ayant une prothèse totale de hanche (Cukras et coll., 2007).

Bien-être et qualité de vie

L'activité physique n'agit pas seulement sur la santé physique des sujets mais également sur leur santé mentale en contribuant à leur bien-être et à leur qualité de vie (Rejeski et coll., 1996 ; Rejeski et Mihalko, 2001 ; Spirduso et

Cronin, 2001 ; Netz et coll., 2005). Une première revue de la littérature avait permis de souligner l'intérêt de l'activité physique dans l'amélioration de la qualité de vie mais cette relation n'avait pas été démontrée dans toutes les dimensions de la qualité de vie (Rejeski et coll., 1996). Toutefois, cette relation tend à s'atténuer avec le changement de forme physique, dans le sens où la qualité de vie est d'autant plus faible que le niveau de forme est faible. D'autres auteurs ont confirmé l'influence positive de l'activité physique sur différents paramètres associés à la qualité de vie que ce soit chez des sujets présentant une maladie cardiovasculaire, des sujets apparemment sains, avec des limitations fonctionnelles, dépressifs ou atteints de maladie chronique (Rejeski et Mihalko, 2001 ; Spirduso et Cronin, 2001).

L'étude de l'association entre activité physique et qualité de vie chez des femmes âgées de 60 ans et plus vivant de façon indépendante ou dans des résidences avec accès à différents services a montré des niveaux d'activité physique et de qualité de vie supérieurs chez les femmes vivant de façon indépendante (Koltyn, 2001).

Chez des femmes de plus de 70 ans, la pratique d'une activité physique est associée à une meilleure qualité de vie liée à la santé, mesurée par les dimensions mentales du SF-36⁶⁹ (vitalité, fonctionnement social, vie et relations avec les autres, santé psychique, limitations dues à l'état psychique), un questionnaire générique de mesure de la qualité de vie (Lee et Russell, 2003). L'analyse transversale des données (n=10 063) a montré que plus le niveau d'activité physique est élevé, plus les scores de qualité de vie sont élevés, même après ajustement sur le score du composant physique (SF-36), le statut marital, l'indice de masse corporelle et les événements de vie des 12 derniers mois. L'analyse longitudinale (n=6 472) a montré une tendance similaire bien que les effets soient plus faibles. Les sujets ont été classés en 4 groupes en fonction de leur niveau d'activité physique suivi sur trois ans : sédentaire (très peu ou pas d'activité physique au deux temps), engagement dans une activité physique (très peu ou pas au temps 1 et faible, moyen ou élevé au temps 2), arrêt de l'activité physique (faible, moyen ou élevé au temps 1 et très peu ou pas au temps 2), maintien (faible, moyen ou élevé aux deux temps). Globalement, les scores ont diminué avec l'âge mais les femmes qui ont cessé l'activité physique entre les deux temps de mesures ont des changements de qualité de vie plus négatifs que les femmes qui ont toujours été sédentaires.

Li et coll. (2001a et b) se sont intéressés aux effets d'un programme de tai chi (60 minutes par séance, 2 fois par semaine, pendant 6 mois) sur la perception de la fonction physique. Cette étude qui impliquait des sujets âgés de 65 ans et plus a montré un effet majeur du programme sur la qualité

69. Questionnaire générique de mesure de la qualité de vie

de vie (fonction physique) et cet effet est d'autant plus important que le score initial de fonction physique était bas. Dans le groupe intervention, le score moyen de la dimension fonction physique est passé de $69,63 \pm 26,02$ au début de l'étude à $86,10 \pm 15,22$ après 6 mois. Les activités aquatiques semblent également avoir un effet intéressant dans l'amélioration de qualité de vie (Devereux et coll., 2005). Par ailleurs, une étude menée chez des femmes ménopausées a permis de mettre en évidence une amélioration de la qualité de vie suite à un programme d'exercices aérobie d'intensité modérée, à raison de 2 séances encadrées d'une heure et d'une séance libre par semaine, pendant 12 semaines (Lindh-Astrand et coll., 2004). De même, Fisher et Li (2004) ont montré l'effet bénéfique d'un programme de marche encadré (1 heure, 3 fois par semaine pendant 6 mois) réalisé dans le voisinage sur la qualité de vie de sujets âgés de 65 ans et plus ($n=582$) initialement sédentaires ou inactifs (n'ayant pas participé à une activité physique au cours des 30 jours précédant l'étude).

Une étude d'intervention (Stiggelbout et coll., 2004), menée chez des hommes et des femmes âgés de 65 à 80 ans ($71 \pm 4,1$ ans), a montré que le programme « *More Exercise for Seniors* » (MBvO en hollandais) à raison d'une séance (MBvO1, $n=98$) ou 2 séances (MBvO2, $n=53$) de 45 minutes par semaine pendant 10 semaines n'était pas suffisant pour améliorer la qualité de vie. Toutefois, une amélioration de la qualité de vie a été observée dans le groupe MBvO2 chez les sujets ayant rapporté un niveau d'activité physique faible au début de l'étude.

L'effet bénéfique de l'activité physique sur le bien-être a été confirmé par l'analyse de 36 études d'intervention (taille d'effet, $d^C=0,24$) (Netz et coll., 2005), pour lesquelles l'entraînement aérobie s'est révélé le plus bénéfique ($d^C=0,34$). De plus, les auteurs soulignent que les améliorations de la santé cardiovasculaire, de la force et des capacités fonctionnelles sont liées à l'amélioration du bien-être général. Pour expliquer l'effet de l'activité physique sur le bien-être, ils se réfèrent à la théorie socio-cognitive. Cette théorie s'intéresse aux interactions sociales et culturelles qui permettent à l'individu d'évoluer dans la société à travers une démarche collective intégrant la coopération sociale.

Cognition

Les fonctions les plus sensibles aux effets du vieillissement sont les capacités mnésiques à court terme, le temps de réaction, l'attention sélective, les capacités visuo-spatiales et l'intelligence fluide, qui reflète les capacités de mémorisation d'un vocabulaire ou d'informations nouvellement appris. Malgré les discordances de résultats des différentes études, il semble que l'activité physique ait une influence bénéfique sur la cognition et en

particulier sur les processus d'attention, et que cet effet bénéfique soit non seulement assez spécifique du sujet âgé mais aussi proportionnel au degré de vieillissement cognitif. Les déficits cognitifs observés chez les sujets âgés pourraient résulter des effets cumulatifs de l'altération de l'état de santé, du bas niveau d'éducation et du vieillissement, qui sont des variables affectant le niveau d'activité physique. L'activité physique pourrait ainsi servir de variable intermédiaire entre ces déterminants et l'état cognitif. L'activité physique pourrait exercer son effet bénéfique en améliorant l'utilisation de l'oxygène et/ou le débit sanguin cérébral, en exerçant une action trophique directe synaptique et/ou neuronale en raison de l'enrichissement de l'environnement en stimulations sensorielles et motrices, en réduisant l'insulino-résistance et/ou en améliorant l'estime de soi. De plus, l'exercice physique favorise un meilleur capital verbal, une rétention visuelle plus importante, une bonne structuration spatiale, un tonus mental plus élevé et contribue également au développement de la mémoire et des habiletés intellectuelles (Bixby et coll., 2007).

Une méta-analyse récente a montré que les performances cognitives sont supérieures chez des sujets entraînés comparés à des sujets non entraînés (études transversales : $ES=0,40$; post-test : $ES=0,27$). Cet effet n'est pas dû à une différence de forme physique mais résulte de l'augmentation de la capacité aérobie (Etnier et coll., 2006). Les associations entre activité physique et cognition sont issues principalement d'études d'observation (Lautenschlager et Almeida, 2006). Les résultats préliminaires d'essais suggèrent que les modifications du style de vie constituent une approche qui permettrait de réduire la prévalence des problèmes cognitifs et de démence à un âge avancé. Un environnement plus riche et une activité physique sont associés à une baisse des pathologies du cerveau associées à la démence. Plusieurs études permettent d'affirmer que l'activité physique a des effets bénéfiques sur le déclin cognitif (variation de la taille d'effet entre $-0,9$ et $+6,4$) (Colcombe et Kramer, 2003), avec un effet principal sur le processus de contrôle exécutif. Le suivi de femmes âgées de 65 ans ou plus pendant 6 à 8 ans a montré un déclin cognitif de 34 % plus faible (IC 95 % [18-46]) dans le groupe de sujets le plus actif comparé au moins actif (Yaffe et coll., 2001). Une pratique d'activité physique supérieure ou égale à 3 h par semaine est associée à une baisse de 61 % (IC 95 % [22-81]) de la probabilité de déclin cognitif significatif à 2 ans (Lytle et coll., 2004) (étude MoVIES). Dans l'étude FINE, les hommes les moins actifs ont 1,8 à 3,5 fois plus de risque d'avoir un déclin cognitif après 10 ans comparés aux sujets des autres quartiles. De plus, les sujets qui maintiennent ou augmentent leur activité physique au cours du suivi ont une probabilité 3,6 fois moindre de subir un déclin cognitif comparés à ceux qui réduisent leur activité physique (van Gelder et coll., 2004). Chez des femmes âgées de 70 à 81 ans suivies pendant 8 à 15 ans (*Nurses' Health Study*), les sujets appartenant au quintile le plus élevé ont 20 % de risque en moins de connaître un déclin cognitif par comparaison au quintile le plus bas (Weuve et coll., 2004).

Il est important de souligner que les sujets qui ont un déclin cognitif s'engagent moins fréquemment dans des activités physiques que les sujets « sains ». Ainsi, nous pouvons nous demander si le faible niveau activité physique est une conséquence plutôt qu'une cause de ce déclin.

Sujet âgé fragile

Une sous-population de sujets âgés, appelée « sujet âgé fragile », en raison de ses besoins de santé accrus fait l'objet d'une attention particulière dans les études. Ces sujets ont en commun une réduction multisystémique de leurs aptitudes physiologiques limitant leurs capacités d'adaptation au stress et au changement d'environnement. Ces sujets présentent plus volontiers des pathologies en cascade et des syndromes gériatriques (chute à répétition, confusion, incontinence, difficultés à réaliser les actes de la vie quotidienne) (Tinetti et coll., 1995). Le déficit des fonctions physiologiques peut être mesuré indirectement par le niveau d'autonomie, à travers les échelles d'aptitude à réaliser les activités instrumentées (IADL : activités instrumentales de la vie courante) ou non instrumentées (ADL : activités de la vie courante) de la vie quotidienne, la réduction de la fonction musculaire, la capacité aérobie, l'intégration sociale, l'altération de l'état nutritionnel et les fonctions cognitives (Campbell et Buchner, 1997). L'activité physique, par son action bénéfique sur ces différents paramètres, pourrait avoir un intérêt particulier dans cette population en améliorant le statut fonctionnel. En effet, plusieurs études ont démontré des gains très significatifs à la fois sur le plan de la mobilité, de l'équilibre, de la souplesse et de la force musculaire (Lazowski et coll., 1999) mais aussi de la chute et des blessures associées (Campbell et coll., 1999). Ceci est d'autant plus intéressant que les résultats sont inversement proportionnels au niveau de base des capacités (Judge et coll., 1993) incitant à favoriser l'activité physique chez le sujet âgé fragile et très âgé. De plus, il a été montré que, pour les sujets résidant dans la communauté ou dans des établissements de long séjour, les programmes proposés devraient être accompagnés d'apports énergétiques supplémentaires afin d'optimiser les effets de l'activité physique (Fiatarone et coll., 1990).

Chez les sujets âgés fragiles, l'exercice seul ne permet pas de réduire le risque de chute (Gillespie et coll., 2003) car les sujets présentent de multiples facteurs de risque de chute, tels que l'altération de la vision, qui ne peuvent pas être améliorés par l'exercice. L'intensité d'exercice est souvent trop faible (du fait de la population) pour obtenir des gains de force musculaire permettant de réduire le risque. De plus, les opportunités de chuter augmentent chez les sujets qui deviennent plus actifs, surtout chez les personnes âgées (Province et coll., 1995 ; Stevens et coll., 1997). Toutefois, une étude récente menée chez des sujets âgés en institution a montré qu'un programme associant différentes actions (éducation, environnement, exercices individuels, médica-

ments, évaluation post-chute, aides, protecteurs de hanche) permet de préserver la capacité à marcher, de maintenir la vitesse de déplacement, de se déplacer de façon indépendante et d'améliorer la hauteur du pas (Jensen et coll., 2004). Ces bénéfices ayant été observés à la fois chez des sujets avec et sans altérations cognitives. Notons que ce programme n'a pas eu d'effet sur la peur de chuter.

Par ailleurs, une méta-analyse portant sur 30 essais a montré l'intérêt d'un programme d'exercices sur l'amélioration de la force (ES=0,75 ; IC 95 % [0,58-0,92]), de la forme physique (ES=0,69 ; IC 95 % [0,58-0,80]), de la performance fonctionnelle (ES=0,59 ; IC 95 % [0,43-0,76]), de la fonction cognitive (ES=0,54 ; IC 95 % [0,36-0,72]) et du comportement (ES=0,54 ; IC 95 % [0,36-0,72]) (Heyn et coll., 2004). Ces résultats confirment la capacité d'action simultanée de l'activité physique sur différentes fonctions chez des sujets présentant des troubles cognitifs.

En conclusion, l'activité physique prévient l'apparition d'un certain nombre de phénomènes délétères liés au vieillissement et génère chez les sujets âgés un mieux-être physique accompagné, sur le plan psycho-intellectuel, d'un sentiment de satisfaction. L'amélioration de l'aptitude physique et la rupture avec la sédentarité permettent une indiscutable amélioration de la qualité de vie chez la plupart des sujets. Il est difficile de savoir si le maintien de l'activité physique avec l'âge est lié à une pratique régulière au cours de la vie. Le fait d'être actif tout au long de sa vie n'est pas totalement déterminé au cours de la jeunesse (Tammelin, 2005) et même les personnes âgées sédentaires peuvent retirer de nombreux bénéfices d'une pratique récente.

BIBLIOGRAPHIE

AHMED N, MANDEL R, FAIN MJ. Frailty: an emerging geriatric syndrome. *Am J Med* 2007, **120** : 748-753

BARNETT A, SMITH B, LORD SR, WILLIAMS M, BAUMAND A. Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people : a randomised controlled trial. *Age Ageing* 2003, **32** : 407-414

BAUMGARTNER RN, KOEHLER KM, GALLAGHER D, ROMERO L, HEYMS-FIELD SB, et coll. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol* 1998, **147** : 755-763

BEAN JF, LEVEILLE SG, KIELY DK, BANDINELLI S, GURALNIK JM, FERRUCCI L. A comparison of leg power and leg strength within the InCHIANTI study: which influences mobility more? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003, **58** : 728-733

BEAN JF, VORA A, FRONTERA WR. Benefits of exercise for community-dwelling older adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2004, **85** : S31-S42

BÉRARD A, BRAVO G, GAUTHIER P. Meta-analysis of the effectiveness of physical activity for the prevention of bone loss in postmenopausal women. *Osteoporos Int* 1997, **7** : 331-337

BERTHON P, FREYSSINET D, CHATARD JC, CASTELLS J, MUJICA I, et coll. Mitochondrial ATP production rate in 55 to 73-year-old men : effect of endurance training. *Acta Physiol Scand* 1995, **154** : 269-274

BIXBY WR, SPALDING TW, HAUFLER AJ, DEENY SP, MAHLOW PT, ZIMMERMAN JB, HATFIELD BD. The unique relation of physical activity to executive function in older men and women. *Med Sci Sports Exerc* 2007, **39** : 1408-1416

BONAIUTI D, SHEA B, IOVINE R, NEGRINI S, ROBINSON V, et coll. Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane Database Syst Rev* 2002, **3** : CD000333

BUCHNER DM. Preserving mobility in older adults. *West J Med* 1997, **167** : 258-264

BUCHNER DM, CRESS ME, DE LATEUR BJ, ESSELMAN PC, MARGHERITA AJ, et coll. The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health service use in community-living older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1997, **52A** : M218-M224

CAMPBELL AJ, BUCHNER DM. Unstable disability and the fluctuations of frailty. *Age Ageing* 1997, **26** : 315-318

CAMPBELL AJ, ROBERTSON MC, GARDNER MM, NORTON RN, BUCHNER DM. Falls prevention over 2 years : a randomized controlled trial in women 80 years and older. *Age Ageing* 1999, **28** : 513-518

CHANG JT, MORTON SC, RUBENSTEIN LZ, MOJICA WA, MAGLIONE M, et coll. Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *BMJ* 2004, **328** : 680

COGGAN AR, SPINA RJ, KING DS, ROGERS MA, BROWN M, et coll. Skeletal muscle adaptations to endurance training in 60- to 70-yr-old men and women. *J Appl Physiol* 1992, **72** : 1780-1786

COLCOMBE S, KRAMER AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychol Sci* 2003, **14** : 125-130

CRESS E, BUCHNER D, PROHASKA T, RIMMER J, BROWN M, et coll. Physical activity programs and behavior counseling in older adult populations. *Med Sci Sports Exerc* 2004, **36** : 1997-2003

CUKRAS Z, PRACZKO K, KOSTKA T, JEGIER A. Physical activity of elderly patients after total hip arthroplasty. *Ortop Traumatol Rehabil* 2007, **30** : 286-296

CUMMING RG, NEVITT MC, CUMMINGS SR. Epidemiology of hip fractures. *Epidemiol Rev* 1997, **19** : 244-257

CUSSLER EC, GOING SB, HOUTKOOPER LB, STANFORD VA, BLEW RM, et coll. Exercise frequency and calcium intake predict 4-year bone changes in postmenopausal women. *Osteoporos Int* 2005, **16** : 2129-2141

DEVEREUX K, ROBERTSON D, BRIFFA NK. Effects of a water-based program on women 65 years and over : a randomised controlled trial. *Aust J Physiother* 2005, **51** : 102-108

DIAS RC, DIAS JM, RAMOS LR. Impact of an exercise and walking protocol on quality of life for elderly people with OA of the knee. *Physiother Res Int* 2003, **8** : 121-130

DIPIETRO L. The epidemiology of physical activity and physical function in older people. *Med Sci Sports Exerc* 1996, **28** : 596-600

ENGLUND U, LITTBRAND H, SONDELL A, PETTERSSON U, BUCHT G. A 1-year combined weight-bearing training program is beneficial for bone mineral density and neuromuscular function in older women. *Osteoporos Int* 2005, **16** : 1117-1123

ETNIER JL, NOWELL PM, LANDERS DM, SIBLEY BA. A meta-regression to examine the relationship between aerobic fitness and cognitive performance. *Brain Res Rev* 2006, **52** : 119-130

FABER MJ, BOSSCHER RJ, CHIN A PAW MJ, VAN WIERINGEN PC. Effects of exercise programs on falls and mobility in frail and pre-frail older adults : a multicenter randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2006, **87** : 885-896

FEDERICI A, BELLAGAMBA S, ROCCHI MBL. Does dance-based training improve balance in adult and young old subjects? A pilot randomized controlled trial. *Aging Clin Exp Res* 2005, **17** : 385-389

FERRUCCI L, IZMIRLIAN G, LEVEILLE S, PHILLIPS CL, CORTI MC, et coll. Smoking, physical activity, and active life expectancy. *Am J Epidemiol* 1999, **149** : 645-653

FIATARONE MA, MARKS EC, RYAN ND, MEREDITH CN, LIPSITZ LA, EVANS WJ. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA* 1990, **263** : 3029-3034

FIATARONE MA, O'NEILL EF, RYAN ND, CLEMENTS KM, SOLARES GR, et coll. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med* 1994, **330** : 1769-1775

FISHER KJ, LI F. A community-based walking trial to improve neighborhood quality of life in older adults: a multilevel analysis. *Ann Behav Med* 2004, **28** : 186-194

GARDNER MM, ROBERTSON MC, CAMPBELL AJ. Exercise in preventing falls and fall related injuries in older people : a review of randomised controlled trials. *Br J Sports Med* 2000, **34** : 7-17

GERDHEM P, RINGSBERG KA, AKESSON K. The relation between previous fractures and physical performance in elderly women. *Arch Phys Med Rehabil* 2006, **87** : 914-917

GILLESPIE LD, GILLESPIE WJ, ROBERTSON MC, LAMB SE, CUMMING RG, ROWE BH. Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database Syst Rev* 2003, **4** : CD000340

GRAHN KRONHED AC, BLOMBERG C, KARLSSON N, LOFMAN O, TIMPKA T, MOLLER M. Impact of a community-based osteoporosis and fall prevention program on fracture incidence. *Osteoporos Int* 2005, **16** : 700-706

GREGG EW, CAULEY JA, SEELEY DG, ENSRUD KE, BAUER DC. Physical activity and osteoporotic fracture risk in older women. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Ann Intern Med* 1998, **129** : 81-88

GREGG EW, PEREIRA MA, CASPERSEN CJ. Physical activity, falls, and fractures among older adults: a review of the epidemiologic evidence. *J Am Geriatr Soc* 2000, **48** : 883-893

GURALNIK JM, FERRUCCI L, SIMONSICK EM, SALIVE ME, WALLACE RB. Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med* 1995, **332** : 556-561

HARRIDGE S, MAGNUSSON G, SALTIN B. Life-long endurance-trained elderly men have high aerobic power, but have similar muscle strength to non-active elderly men. *Aging (Milano)* 1997, **9** : 80-87

HARTMAN CA, MANOS TM, WINTER C, HARTMAN DM, LI B, SMITH JC. Effects of T'ai Chi training on function and quality of life indicators in older adults with osteoarthritis. *J Am Geriatr Soc* 2000, **48** : 1553-1559

HAUER K, BECKER C, LINDEMANN U, BEYER N. Effectiveness of physical training on motor performance and fall prevention in cognitively impaired older persons. A systematic review. *Am J Phys Med Rehabil* 2006, **85** : 847-857

HEYN P, ABREU BC, OTTENBACHER KJ. The effects of exercise training on elderly persons with cognitive impairment and dementia : a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 2004, **85** : 1694-1704

HU MH, WOOLLACOTT MH. Multisensory training of standing balance in older adults: I. Postural stability and one-leg stance balance. *J Gerontol* 1994a, **49** : M52-M61

HU MH, WOOLLACOTT MH. Multisensory training of standing balance in older adults : II. Kinematic and electromyographic postural responses. *J Gerontol* 1994b, **49** : M62-M71

HUANG G, GIBSON CA, TRAN ZV, OSNESS WH. Controlled endurance exercise training and VO₂max changes in older adults: a meta-analysis. *Prev Cardiol* 2005, **8** : 217-225

HUNTER GR, TREUTH MS, WEINSIER RL, KEKES-SZABO T, KELL SH, et coll. The effects of strength conditioning on older women's ability to perform daily tasks. *J Am Geriatr Soc* 1995, **43** : 756-760

IANNUZZI-SUCICH M, PRESTWOOD KM, KENNY AM. Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002, **57** : M772-M777

JAGLAL SB, KREIGER N, DARLINGTON G. Past and recent physical activity and risk of hip fracture. *Am J Epidemiol* 1993, **138** : 107-118

JANSSEN I, BAUMGARTNER RN, ROSS R, ROSENBERG IH, ROUBENOFF R. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *Am J Epidemiol* 2004, **159** : 413-421

JARVINEN TL, JARVINEN TA, SIEVANEN H, HEINONEN A, TANNER M, et coll. Vitamin D receptor alleles and bone's response to physical activity. *Calcif Tissue Int* 1998, **62** : 413-417

JENSEN J, NYBERG L, ROSENDAHL E, GUSTAFSON Y, LUNDIN-OLSSON L. Effects of a fall prevention program including exercise on mobility and falls in frail older people living in residential care facilities. *Aging Clin Exp Res* 2004, **16** : 283-292

JUDGE JO, UNDERWOOD M, GENNOSA T. Exercise to improve gait velocity in older persons. *Arch Phys Med Rehabil* 1993, **74** : 400-406

KAPTOGE S, JAKES RW, DALZELL N, WAREHAM N, KHAW KT, et coll. Effects of physical activity on evolution of proximal femur structure in a younger elderly population. *Bone* 2007, **40** : 506-515

KELLEY G. Aerobic exercise and lumbar spine bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analysis. *J Am Geriatr Soc* 1998a, **46** : 143-152

KELLEY GA. Exercise and regional bone mineral density in postmenopausal women : a meta-analytic review of randomized trials. *Am J Phys Med Rehabil* 1998b, **77** : 76-87

KELLEY GA, KELLEY KS. Exercise and bone mineral density at the femoral neck in postmenopausal women : a meta-analysis of controlled clinical trials with individual patient data. *Am J Obstet Gynecol* 2006, **194** : 760-767

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** : 65-77

KELLEY GA, KELLEY KS, TRAN ZV. Exercise and lumbar spine bone mineral density in postmenopausal women : a meta-analysis of individual patient data. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002, **57** : M599-M604

KEYSOR JJ. Does late-life physical activity or exercise prevent or minimize disablement? A critical review of the scientific evidence. *Am J Prev Med* 2003, **25** : 129-136

KOLTYN KF. The association between physical activity and quality of life in older women. *Womens Health Issues* 2001, **11** : 471-480

KORPELAINEN R, KEINANEN-KIUKAANNIEMI S, HEIKKINEN J, VAANANEN K, KORPELAINEN J. Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled 30-month intervention. *Osteoporos Int* 2006a, **17** : 109-118

KORPELAINEN R, KORPELAINEN J, HEIKKINEN J, VAANANEN K, KEINANEN-KIUKAANNIEMI S. Lifelong risk factors for osteoporosis and fractures in elderly women with low body mass index-a population-based study. *Bone* 2006b, **39** : 385-391

LATHAM N, ANDERSON C, BENNETT D, STRETTON C. Progressive resistance strength training for physical disability in older people. *Cochrane Database Syst Rev* 2003, **2** : CD0027

LAUTENSCHLAGER NT, ALMEIDA OP. Physical activity and cognition in old age. *Curr Opin Psychiatry* 2006, **19** : 190-193

LAYNE JE, NELSON ME. The effects of progressive resistance training on bone density: a review. *Med Sci Sports Exerc* 1999, **31** : 25-30

LAZOWSKI DA, ECCLESTONE NA, MYERS AM, PATERSON DH, TUDOR-LOCKE C, et coll. A randomized outcome evaluation of group exercise programs in long-term care institutions. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1999, **54** : M621-M628

LEE C, RUSSELL A. Effects of physical activity on emotional well-being among older Australian women: Cross-sectional and longitudinal analyses. *J Psychosom Res* 2003, **54** : 155-160

LI F, DUNCAN TE, DUNCAN SC, MCAULEY E, CHAUMETON NR, HARMER P. Enhancing the psychological well-being of elderly individuals through Tai Chi exercise: A latent growth curve analysis. *Structural Equation Modeling* 2001a, **8** : 53-83

LI F, HARMER P, MCAULEY E, FISHER KJ, DUNCAN TE, DUNCAN SC. Tai Chi, self-efficacy, and physical function in the elderly. *Prev Sci* 2001b, **2** : 229-239

LINDH-ASTRAND L, NEDSTRAND E, WYON Y, HAMMAR M. Vasomotor symptoms and quality of life in previously sedentary postmenopausal women randomised to physical activity or estrogen therapy. *Maturitas* 2004, **48** : 97-105

LORD SR, CASTELL SCJ, CORCORAN J, DAYHEW J, MATTERS B, et coll. The effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2003, **51** : 1685-1692

LYTLE ME, VANDER BJ, PANDAV RS, DODGE HH, GANGULI M. Exercise level and cognitive decline: the MoVIES project. *Alzheimer Dis Assoc Disord* 2004, **18** : 57-64

MADUREIRA MM, TAKAYAMA L, GALLINARO AL, CAPARBO VF, COSTA RA, PEREIRA RM. 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. *Osteoporos Int* 2007, **18** : 419-425

MANGIONE KK, MCCULLY K, GLOVIAK A, LEFEBVRE I, HOFMANN M, CRAIK R. The effects of high-intensity and low-intensity cycle ergometry in older adults with knee osteoarthritis. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1999, **54** : M184-M190

MARKS R, ALLEGRANTE JP, MACKENZIE CR, LANE JM. Hip fractures among elderly: causes, consequences and control. *Ageing Res Rev* 2003, **2** : 57-93

MARTYN-ST JAMES M, CARROLL S. High-intensity resistance training and postmenopausal bone loss: a meta-analysis. *Osteoporos Int* 2006, **17** : 1225-1240

MCCARTNEY N, HICKS AL, MARTIN J, WEBBER CE. Long-term resistance training in the elderly: effects on dynamic strength, exercise capacity, muscle, and bone. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1995, **50** : B97-104

MEANS KM, RODELL DE, O'SULLIVAN PS. Balance, mobility, and falls among community-dwelling elderly persons: effects of a rehabilitation exercise program. *Am J Phys Med Rehabil* 2005, **84** : 238-250

MESSIER SP, ROYER TD, CRAVEN TE, O'TOOLE ML, BURNS R, ETTINGER WH JR. Long-term exercise and its effect on balance in older, osteoarthritic adults: results from the Fitness, Arthritis, and Seniors Trial (FAST). *J Am Geriatr Soc* 2000, **48** : 131-138

MORELAND J, RICHARDSON J, CHAN DH, O'NEILL J, BELLISSIMO A, et coll. Evidence-based guidelines for the secondary prevention of falls in older adults. *Gerontology* 2003, **49** : 93-116

NETZ Y, WU MJ, BECKER BJ, TENENBAUM G. Physical activity and psychological well-being in advanced age : a meta-analysis of intervention studies. *Psychol Aging* 2005, **20** : 272-284

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** : 1458-1467

NOTELOVITZ M, MARTIN D, TESAR R, KHAN FY, PROBART C, et coll. Estrogen therapy and variable-resistance weight training increase bone mineral in surgically menopausal women. *J Bone Miner Res* 1991, **6** : 583-590

PALOMBARO KM. Effects of walking-only interventions on bone mineral density at various skeletal sites: a meta-analysis. *J Geriatr Phys Ther* 2005, **28** : 102-107

PATEL KV, COPPIN AK, MANINI TM, LAURETANI F, BANDINELLI S, et coll. Midlife physical activity and mobility in older age: The InCHIANTI study. *Am J Prev Med* 2006, **31** : 217-224

PATERSON DH, CUNNINGHAM DA, KOVAL JJ, ST CROIX CM. Aerobic fitness in a population of independently living men and women aged 55-86 years. *Med Sci Sports Exerc* 1999, **31** : 1813-1820

PATLA A, SHUNWAY-COOK A. Dimensions of mobility: defining the complexity and difficulty associated with community mobility. *J Aging Phys Act* 1999, **7** : 7-19

PROCTOR DN, SINNING WE, WALRO JM, SIECK GC, LEMON PW. Oxidative capacity of human muscle fiber types : effects of age and training status. *J Appl Physiol* 1995, **78** : 2033-2038

PROVINCE MA, HADLEY EC, HORNBROOK MC, LIPSITZ LA, MILLER JP, et coll. 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** : 1341-1347

PYKA G, LINDENBERGER E, CHARETTE S, MARCUS R. Muscle strength and fiber adaptations to a year-long resistance training program in elderly men and women. *J Gerontol* 1994, **49** : M22-M27

RANTANEN T, ERA P, HEIKKINEN E. Maximal isometric strength and mobility among 75 year old men and women. *Age Ageing* 1994, **23** : 132-137

RANTANEN T, ERA P, HEIKKINEN E. Maximal isometric knee extension strength and stair-mounting ability in 75- and 80-year-old men and women. *Scand J Rehab Med* 1996, **28** : 89-93

RANTANEN T, GURALNIK JM, FOLEY D, MASAKI K, LEVEILLE S, WHITE L. Mid-life hand grip strength as a predictor of old age disability. *JAMA* 1999, **281** : 558-560

RANTANEN T, HARRIS T, LEVEILLE SG, VISSER M, FOLEY D, et coll. Muscle strength and body mass index as long-term predictors of mortality in initially healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000, **55A** : M168-M173

REJESKI WJ, MIHALKO SL. Physical activity and quality of life in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001, **56** : 23-35

REJESKI WJ, BRAWLEY LR, SHUMAKER SA. Physical activity and health-related quality of life. *Exerc Sport Sci Rev* 1996, **24** : 71-108

RHEA MR, ALVAR BA, BURKETT LN, BALL SD. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Med Sci Sports Exerc* 2003, **35** : 456-464

ROGERS MA, EVANS WJ. Changes in skeletal muscle with aging: effects of exercise training. *Exerc Sport Sci Rev* 1993, **21** : 65-102

SATTIN RW, EASLEY KA, WOLF SL, CHEN Y, KUTNER MH. Reduction in fear of falling through intense tai chi exercise training in older, transitionally frail adults. *J Am Geriatr Soc* 2005, **53** : 1168-1178

SCHOENFELDER DP, RUBENSTEIN LM. An exercise program to improve fall-related outcomes in elderly nursing home residents. *Appl Nurs Res* 2004, **17** : 21-31

SHERRINGTON C, LORD SR, FINCH CF. Physical activity interventions to prevent falls among older people: update of the evidence. *J Sci Med Sport* 2004, **7** : 43-51

SILMAN AJ, O'NEILL TW, COOPER C, KANIS J, FELSEMBERG D. Influence of physical activity on vertebral deformity in men and women: results from the European Vertebral Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res* 1997, **12** : 813-819

SINAKI M, ITOI E, WAHNER HW, WOLLAN P, GELZCER R, et coll. Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. *Bone* 2002, **30** : 836-841

SPIRDUSO WW, CRONIN DL. Exercise dose-response effects on quality of life and independent living in older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2001, **33** : S598-S608

STEVENS JA, POWELL KE, SMITH SM, WINGO PA, SATTIN RW. Physical activity, functional limitations, and the risk of fall-related fractures in community-dwelling elderly. *Ann Epidemiol* 1997, **7** : 54-61

STIGGELBOUT M, POPKEMA DY, HOPMAN-ROCK M, DE GREEF M, VAN MECHELEN W. Once a week is not enough: effects of a widely implemented group based exercise programme for older adults, a randomised controlled trial. *J Epidemiol Community Health* 2004, **58** : 83-88

STUCK AE, WATHERT JM, NIKOLAUS T, BÜLA CJ, HOHMANN C, BECK JC. Risk factors for functional status decline in community-living elderly people : a systematic literature review. *Soc Sci Med* 1999, **48** : 445-469

TAAFFE DR, MARCUS R. Dynamic muscle strength alterations to detraining and retraining in elderly men. *Clin Physiol* 1997, **17** : 311-324

TAMMELIN T. A review of longitudinal studies on youth predictors of adulthood physical activity. *Int J Adolesc Med Health* 2005, **17** : 3-12

TINETTI ME, WILLIAMS TF, MAYEWSKI R. Fall risk index for elderly patients based on number of chronic disabilities. *Am J Med* 1986, **80** : 429-434

TINETTI ME, BAKER DI, MCAVAY G, CLAUS EB, GARRETT P, et coll. A multifactorial intervention to reduce the risk of falling among elderly people living in the community. *N Engl J Med* 1994, **331** : 821-827

TINETTI ME, INOUE SK, GILL TM, DOUCETTE JT. Shared risk factors for falls, incontinence, and functional dependence. Unifying the approach to geriatric syndromes. *JAMA* 1995, **273** : 1348-1353

US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. Physical activity and health: A report of the Surgeon General. Atlanta, GA, Center for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 1996

VAN GELDER BM, TIJHUIS MA, KALMIJN S, GIAMPAOLI S, NISSINEN A, KROMHOUT D. Physical activity in relation to cognitive decline in elderly men: the FINE Study. *Neurology* 2004, **63** : 2316-2321

WALLACE BA, CUMMING RG. Systematic review of randomized trials of the effect of exercise on bone mass in pre- and postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* 2000, **67** : 10-18

WEUVE J, KANG JH, MANSON JE, BRETELER MM, WARE JH, GRODSTEIN F. Physical activity, including walking, and cognitive function in older women. *JAMA* 2004, **292** : 1454-1461

WOLFF I, VAN CROONENBORG JJ, KEMPER HCG, KOSTENSE PJ, TWISK JWR. The effect of exercise training programs on bone mass: a meta-analysis of published controlled trials in pre- and postmenopausal women. *Osteoporos Int* 1999, **9** : 1-12

WU SC, LEU SY, LI CY. Incidence of and predictors for chronic disability in activities of daily living among older people in Taiwan. *J Am Geriatr Soc* 1999, **47** : 1082-1086

YAFFE K, BARNES D, NEVITT M, LUI LY, COVINSKY K. A prospective study of physical activity and cognitive decline in elderly women: women who walk. *Arch Intern Med* 2001, **161** : 1703-1708

ZEEUWE PE, VERHAGEN AP, BIERMA-ZEINSTRAS SM, VAN ROSSUM E, FABER MJ, KOES BW. The effect of Tai Chi Chuan in reducing falls among elderly people: design of a randomized clinical trial in the Netherlands [ISRCTN98840266]. *BMC Geriatr* 2006, **6** : 6