

Article original

## Contrôle attentionnel de la stabilité posturale chez la personne âgée institutionnalisée : effets d'un programme d'activité physique

### Attentional control of postural stability in institutionalised elderly people: effects of a physical exercise program

C. Albinet\*, P.-L. Bernard, Y. Palut

E.A. 2991, laboratoire « *Effizienz et Déficience Motrices* » faculté des sciences du sport, université Montpellier-I, 700, avenue du Pic-Saint-Loup, 34080 Montpellier, France

Reçu le 23 mars 2006 ; accepté le 16 juin 2006

#### Résumé

**Objectif.** – Le but de cette étude était d'examiner l'effet d'un programme d'activités physiques sur la stabilité et le contrôle attentionnel de la posture lors de la réalisation concomitante d'une tâche cognitive attentionnelle chez des personnes âgées en perte d'autonomie.

**Méthode.** – Douze personnes âgées ( $M = 81,4 \pm 9$  ans), institutionnalisées en structure gériatrique ont participé à un programme d'activités physiques de type posture–équilibre–motricité (PEM) pendant 12 semaines à raison de deux séances d'une heure par semaine. Les paramètres stabilométriques de surface et de longueur du trajet parcouru par le centre de pression plantaire (CPP), les yeux ouverts (YO) et les yeux fermés (YF), en condition simple-tâche et en condition double-tâche sur sol dur ont été analysés avant et après le programme d'entraînement. En condition double-tâche, les sujets effectuaient, lors de l'évaluation stabilométrique, une tâche cognitive attentionnelle de génération de chiffres aléatoires.

**Résultats.** – Les principaux résultats ont révélé que seule la longueur du trajet parcouru par le CPP était plus importante en condition double-tâche qu'en condition simple-tâche ( $p = 0,05$ ). Lors de l'évaluation initiale, la performance à la tâche cognitive était significativement moins bonne en condition double-tâche (debout) qu'en condition simple-tâche (assis), seulement dans la modalité YF mais pas dans la modalité YO ( $p < 0,05$ ). Toutefois, à l'issue du programme d'entraînement, les performances à la tâche cognitive ne se différencient plus (n.s.) pour les deux conditions assis YF et debout YF.

**Conclusion.** – L'entraînement a permis d'améliorer la capacité des sujets à réaliser une tâche mentale attentionnelle tout en maintenant un équilibre correct, notamment les yeux fermés. Bien que les performances stabilométriques semblaient moins bonnes en condition double-tâche qu'en condition simple-tâche, ces résultats pourraient être interprétés comme une amélioration, suite au programme d'entraînement, du contrôle attentionnel du maintien de la posture. Les limites méthodologiques de cette étude sont ensuite discutées.

© 2006 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

#### Abstract

**Objective.** – We aimed to examine the effect of a physical activity program on postural sway and on the attentional control of postural abilities in elderly frail adults.

**Method.** – Twelve older adults (age  $81.4 \pm 9$  years) institutionalised in a geriatric care institution participated in the physical activity program posture–balance–mobility (PBM) twice a week (1 hour per session) for 12 weeks. We analysed stabilometric data for surface and length of the center of pressure (COP) sway, with eyes open and eyes closed, under single-task and dual-task conditions on a firm floor before and after the training program. During the static postural evaluation and under the dual-task condition, subjects performed an attention-demanding cognitive task, the random number generation task.

\* Auteur correspondant. 6 bis, chemin de la Mouyssetié, 81160 Saint-Juéry, France.

Adresse e-mail : [albinet.cedric@free.fr](mailto:albinet.cedric@free.fr) (C. Albinet).

**Results.** – Only the length of COP sway was more important under the dual-task condition than under the single-task condition ( $p = 0.05$ ). At baseline, cognitive performance was significantly weaker under the dual-task condition (standing) than under the single-task condition (seated), with eyes closed but not eyes open ( $p < 0.05$ ). However, after the training program, the performance of the cognitive task did not significantly differ between the dual-task condition with eyes closed and the single-task condition with eyes closed.

**Conclusion.** – The training program allowed elderly subjects to improve their ability to perform an attention-demanding cognitive task while standing still, in particular with their eyes closed. Although balance seemed to be less stable under the dual-task condition than under the single-task condition, these results could be interpreted as an improvement of the attentional control of postural stability.

© 2006 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

*Mots clés :* Équilibre ; Attention ; Personnes âgées ; Exercice physique

*Keywords:* Balance; Attention; Elderly people; Physical exercise

## 1. Introduction

Le maintien et l'amélioration de l'autonomie des personnes âgées sont un enjeu primordial de notre société vieillissante. Le contrôle de la posture et de l'équilibre ainsi que la cognition sont, entre autres, deux composantes essentielles pour l'autonomie de la personne âgée [38]. Il est aujourd'hui bien démontré que l'efficacité de la stabilité posturale diminue au cours du vieillissement [16,27,32]. De plus, la stabilité posturale des adultes âgés est plus affectée par la réalisation concomitante de tâches cognitives que celle d'adultes jeunes [8,10,28,35–37,39,45]. Ce phénomène de double-tâche ou de tâche duelle qui, comme son nom l'indique, consiste à effectuer deux tâches en même temps [4,45], est commun dans la vie de tous les jours. Le terme d'interférence fait référence à la dégradation de la performance d'une ou des deux tâches lorsque deux activités sont effectuées concurremment [1,33]. D'un point de vue largement accepté, le degré d'interférence entre deux tâches est considéré comme une mesure des exigences attentionnelles de ces tâches [1,4,28,45].

Nous savons que les personnes âgées ont plus de difficultés à réaliser deux tâches en même temps que des adultes plus jeunes [29,23,24]. Il apparaît particulièrement que les aspects sensoriels et moteurs du comportement, et notamment le contrôle de la posture, nécessitent de plus en plus de « contrôle cognitif », ou sont « attentionnellement plus coûteux » avec l'avancée en âge [8,10,35,36,45]. Ce constat est très important car le contrôle postural n'est pas une fin en soi. En effet, dans les activités de la vie quotidienne (à domicile comme en institution), la posture et l'équilibre doivent être maintenus efficacement en conjonction avec la réalisation d'autres activités (discussion, contrôle du mouvement fin, prise d'information, mémorisation...). La diminution du coût attentionnel du maintien de la posture se trouve par conséquent au cœur de ce problème de santé publique.

Le déclin de la stabilité posturale est influencé par l'inactivité [17,30] et récemment, plusieurs études ont montré qu'un programme d'activités physiques adaptées pouvait améliorer, sous certaines conditions et pour certaines populations, la stabilité posturale des personnes âgées [6,14,15,18,19,21,25,31,34,40,41,44]. Il apparaît notamment que le bénéfice d'un programme d'activités physiques sur le contrôle postural de la personne âgée est particulièrement démontré lors de situations d'évaluation de l'équilibre exigeantes (sur des surfaces en

mousse, mobiles, les yeux fermés...) [6,14,19,21,44]. Toutefois, nous n'avons pas actuellement de connaissance concernant l'effet de l'exercice sur le coût attentionnel du maintien de la posture chez les personnes âgées en perte d'autonomie.

L'objectif du travail que nous présentons ici est alors d'examiner l'impact d'un programme d'activités physiques de type « Posture-Équilibration-Motricité » (PEM) [6,18,34] sur le maintien de la stabilité posturale tout en effectuant une tâche cognitive attentionnelle, chez des personnes âgées institutionnalisées. En d'autres termes, il s'agit de vérifier si un programme PEM de 12 semaines permet de réduire le coût attentionnel du maintien de l'équilibre statique chez des personnes âgées en perte d'autonomie.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Participants

Vingt et une personnes âgées institutionnalisées en maison de retraite médicalisée ou en maison d'accueil pour malades Alzheimer ont participé à l'évaluation initiale. Sur 21 initialement, seuls 12 participants (neuf femmes et trois hommes ;  $M = 81,4 \pm 9$  ans) ont réalisé intégralement les deux évaluations initiale et terminale ainsi que le programme PEM de 12 semaines sur la base du volontariat. Leur score moyen à la version consensuelle du GRECO du mini-examen de l'état mental (MMSE), qui est un test d'évaluation cognitive globale, était de  $22,2 \pm 9$  sur un total possible de 30.

### 2.2. Matériel et protocole expérimental

#### 2.2.1. Évaluations posturographiques

Les évaluations se sont déroulées dans les structures gériatriques de Montpellier. Celles-ci répondaient aux normes de passation des épreuves posturographiques concernant les dimensions, la luminosité et le bruit environnemental. Les épreuves posturographiques se déroulaient dans le respect des normes d'évaluation des épreuves statiques les yeux ouverts, puis les yeux fermés sur sol dur [3].

Les participants devaient se maintenir en station verticale (debout immobile) les yeux ouverts (YO) et les yeux fermés (YF) sur une plaque de mesure Médicaptureurs « 40 Hz/16b »<sup>®</sup> pendant 25,6 secondes. Les participants étaient en chaussette, les pieds orientés chacun de  $15^\circ$  latéralement par rapport au

plan sagittal, avec les talons distants l'un de l'autre de 4 cm. Les bras étaient ballants le long du corps avec la tête droite. Le regard fixait un repère visuel à hauteur du regard situé à 1 m des sujets et restait ainsi à l'horizontal tout au long de l'acquisition (même en condition de privation visuelle). Avant le premier enregistrement, une période de familiarisation sur sol dur en condition les yeux ouverts était imposée aux personnes pour une durée proche de 25 secondes. À l'issue de cette familiarisation, les participants disposaient de 30 secondes de récupération avant la première des quatre acquisitions (simple-tâche YO et YF ; double-tâche YO et YF).

La plaque de mesure stabilométrique permettait de recueillir les composantes de la force d'application au sol suivant les deux axes médiolatéral et antéropostérieur. Les déplacements du centre de pression plantaire (CPP) enregistrés permettaient l'observation des deux paramètres retenus de longueur du trajet parcouru par le CPP (en mm) et de surface occupée par le trajet du CPP (en mm<sup>2</sup>).

Le système d'analyse des activités posturocinétiques Medicauteurs « 40 Hz/16b »<sup>®</sup> permettait l'acquisition des signaux. Munis de capteurs de force à jauge de contrainte, la capacité de charge de chacun des trois capteurs était de plus de 100 kg. La plaque mesurait les réactions au sol des forces verticales (Fz) exercées sur les axes latéral médiolatéral (-X, X) et antéropostérieur (-Y, Y). L'acquisition du signal s'effectuait à une fréquence de 40 Hz. Un convertisseur analogique digital sur 16 BIT amplifiait et linéarisait le signal. Un filtre passe bas permettait le passage du signal en éliminant ses bruits à une fréquence de coupure de 0,4 Hz. Il était relié à une unité centrale informatique portable équipée du logiciel Medicauteurs Winposture2000<sup>®</sup> qui traitait directement les données fournies par la chaîne de mesure. Ce dernier calculait les positions successives du barycentre des pressions plantaires exercées par le poids du sujet sur le plateau pendant la durée d'échantillonnage. À une fréquence de 40 Hz, 1024 positions du centre des pressions plantaires ont été enregistrées lors de la durée du test.

### 2.2.2. Évaluation cognitive : tâche de génération de chiffres aléatoires (GCA)

Les participants devaient générer et énoncer à haute voix des séries de chiffres compris entre 0 et 9, dont la succession doit être le plus aléatoire possible, à une cadence d'un chiffre toutes les 1,5 seconde pendant une minute. Ils étaient instruits de dire un chiffre en même temps que retentissait un bip sonore toutes les 1,5 seconde. Cette tâche est reconnue comme attentionnelle et fait appel à différentes fonctions exécutives comme la mémoire de travail, les capacités d'inhibition ou la planification [5,42]. En effet, afin que la suite des chiffres donnés soit le plus *aléatoire* possible, les participants doivent en permanence se rappeler des chiffres précédemment énoncés et aussi inhiber des réponses stéréotypées comme donner des chiffres qui se suivent (i.e. compter). Afin d'évaluer le caractère aléatoire des réponses des participants, les variables retenues pour cette tâche étaient : le nombre de réponses (N, max = 40) et le score d'adjacence (A en %) qui décrit la distribution de chiffres

adjacents (en séries ascendantes ou descendantes) lors de l'énumération (i.e. 2–3 ou 8–7–6). Ainsi, A mesure la tendance des sujets à compter (de manière ascendante ou descendante) et donc à produire des réponses stéréotypées et non réellement aléatoires. Plus A est élevé, moins les séquences produites par les participants sont aléatoires, et donc moins bonne est la performance. Une phase de familiarisation d'une trentaine de secondes permettait de s'assurer que les participants avaient bien compris les consignes. À l'issue de cette familiarisation, les participants disposaient de 30 secondes de récupération avant la première des quatre acquisitions (simple-tâche = assis YO et YF ; double-tâche = debout YO et YF).

## 2.3. Procédure

### 2.3.1. Évaluation initiale

Dans un premier temps, les participants effectuaient les tâches l'une après l'autre en condition simple-tâche les YO et les YF. La tâche de GCA était effectuée en position assise. L'ordre de passation des tâches et des modalités sensorielles (YO/YF) était contrebalancé sur l'ensemble des participants. Dans un second temps, les participants effectuaient la tâche de GCA debout sur la plaque de mesure pendant que les expérimentateurs enregistraient les données posturographiques, en modalités YO et YF (condition double-tâche). L'ordre de passation des modalités sensorielles (YO/YF) était également contrebalancé sur l'ensemble des participants. Les participants disposaient d'une minute de repos entre chaque tâche et de deux minutes entre la condition simple-tâche et la condition double-tâche.

### 2.3.2. Méthode d'entraînement PEM

La PEM est une méthode d'activités motrices pour personnes en perte d'autonomie. Elle poursuit l'objectif d'une amélioration de la qualité de vie par une approche biopsychosociale qui s'appuie sur l'activité corporelle comme support de mobilisation des aptitudes [6,18,34].

D'un point de vue pédagogique, elle se caractérise par 12 semaines d'animation à raison de deux séances hebdomadaires de 60 minutes. La première et la dernière séance sont consacrées aux tests d'évaluation. Une séance de 60 minutes se découpe en six secteurs de dix minutes : dix minutes de contact-verbalisation-échauffement — 4 × 10 minutes d'activités programmées en fonction des évaluations — dix minutes de retour au calme et verbalisation. L'évaluation des aptitudes individuelles constitue la première étape qui guide la programmation des contenus de séances en définissant un profil moteur individuel.

Cette démarche rigoureuse, qui nécessite une programmation préalable de la séance et une analyse de situations a posteriori, permet l'évolution des contenus d'activités en fonction des progrès individuels. Elle est la condition d'une adaptation des séances à l'évolution des capacités fonctionnelles des pratiquants.

### 2.3.3. Évaluation terminale

L'évaluation terminale s'est déroulée suite au programme d'entraînement PEM de 12 semaines, selon exactement la même procédure que lors de l'évaluation initiale.

## 3. Résultats

### 3.1. Évaluations posturographiques

Les données concernant la longueur du trajet parcouru par le CPP ainsi que la surface occupée par le CPP ont été soumises à une Anova 2 (temps : évaluation initiale vs évaluation terminale)  $\times$  2 (condition : simple-tâche vs. double-tâche)  $\times$  2 (modalité : YO vs YF) à mesures répétées. Le Tableau 1 présente les paramètres stabilométriques des participants en fonction des conditions expérimentales, lors de l'évaluation initiale et lors de l'évaluation terminale.

Comme l'illustre le Tableau 1, seule la longueur du trajet parcouru par le CPP était globalement plus importante en condition double-tâche ( $712,7 \pm 398,6$  mm) qu'en condition simple-tâche ( $594 \pm 247$  mm) ( $p = 0,05$ ).

La longueur ainsi que la surface du CPP semblaient plus importantes YF que YO, mais pas de manière significative ( $p > 0,05$ ). Les valeurs YO et YF étaient respectivement de  $593,9 \pm 248,9$ – $703,1 \pm 400,4$  mm pour la longueur et de  $309,9 \pm 196,9$ – $413,4 \pm 330$  mm<sup>2</sup> pour la surface.

Enfin, la surface occupée par le CPP a montré une diminution suite au programme d'activité physique, mais de manière non significative ( $p > 0,05$ ), passant de  $410,7 \pm 298,1$  mm<sup>2</sup> lors de l'évaluation initiale à  $315,7 \pm 243,6$  mm<sup>2</sup> lors de l'évaluation terminale.

Tableau 1

Moyennes  $\pm$ DS des paramètres stabilométriques des participants en condition simple-tâche (simple) et double-tâche (double) les yeux ouverts (YO) et les yeux fermés (YF), lors de l'évaluation initiale et de l'évaluation terminale

	Évaluation	Initiale		Évaluation	Terminale
	Surface (mm <sup>2</sup> )	Longueur (mm)	YO	Surface (mm <sup>2</sup> )	Longueur (mm)
<b>Simple</b>	$367,5 \pm 223,4$	$585,5 \pm 189$	<b>Simple</b>	$268,62 \pm 236,7$	$522,8 \pm 218$
<b>Double</b>	$340,5 \pm 152,2$	$623,8 \pm 273,9$	<b>Double</b>	$275,4 \pm 175,9$	$682,3 \pm 308,5$
<b>YF</b>			<b>YF</b>		
<b>Simple</b>	$451,1 \pm 314,7$	$641,3 \pm 287,5$	<b>Simple</b>	$340,9 \pm 290,4$	$626,5 \pm 299,9$
<b>Double</b>	$483,8 \pm 444,6$	$805 \pm 543,6$	<b>double</b>	$377,8 \pm 276,7$	$739,5 \pm 450,3$

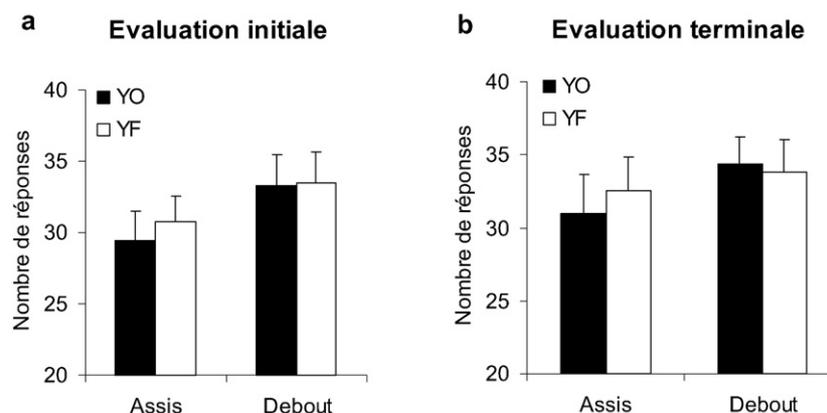


Fig. 1. Nombre de réponses données à la tâche de GCA en fonction des conditions et de la modalité sensorielle (YO : yeux ouverts ; YF : yeux fermés), (a) : lors de l'évaluation initiale ; et (b) : lors de l'évaluation terminale.

### 3.2. Évaluation cognitive : tâche de génération de chiffres aléatoires

Les données concernant le nombre de réponses (N) ainsi que le score d'adjacence (A) ont été soumises à une Anova 2 (temps : évaluation initiale vs. évaluation terminale)  $\times$  2 (condition : simple-tâche vs double-tâche)  $\times$  2 (modalité : YO vs. YF) à mesures répétées.

Comme le montrent la Fig. 1a,b, il apparaît globalement que les participants ont significativement ( $p < 0,01$ ) produit plus de réponses en condition double-tâche (debout) qu'en condition simple-tâche (assis). Ce résultat peut probablement s'expliquer par le fait que la condition double-tâche était systématiquement réalisée après la condition simple-tâche. Le nombre de réponses données par les participants n'a pas varié significativement en fonction de la modalité YO–YF, ni suite au programme d'activité physique.

L'analyse a révélé un effet significatif du facteur temps sur le score d'adjacence ( $p < 0,02$ ), indiquant, comme nous pouvons le voir sur la Fig. 2a,b, que les réponses des participants étaient moins stéréotypées à l'issue du programme d'activité physique que lors de l'évaluation initiale. Enfin, l'analyse a révélé une forte tendance à l'interaction temps  $\times$  condition  $\times$  modalité ( $p = 0,06$ ). Comme le montre la Fig. 2a, lors de l'évaluation initiale, les participants produisaient des réponses beaucoup plus stéréotypées en condition double-tâche (debout) qu'en condition simple-tâche (assis), seulement dans la modalité YF mais pas dans la modalité YO ( $p < 0,05$ ). Dans cette condition debout YF, les participants n'arrivaient pas à générer des chiffres aléatoirement, mais ils comptaient. Cependant, à l'issue du programme d'activité physique, leurs scores d'adjacence ne se dif-

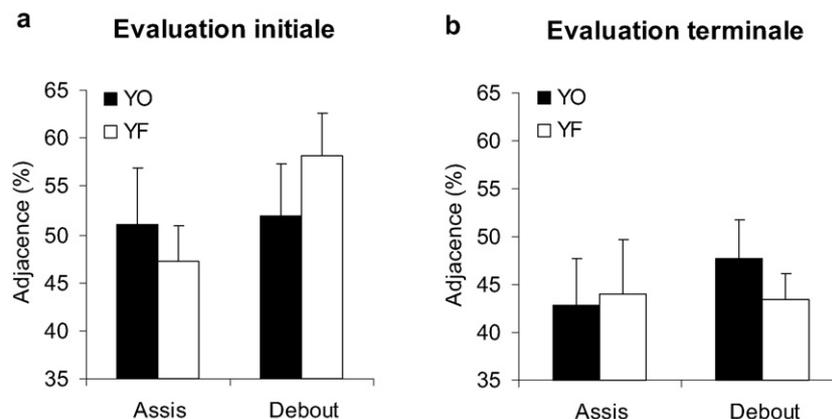


Fig. 2. Score d'adjacence (A en %) à la tâche de GCA en fonction des conditions et de la modalité sensorielle (YO : yeux ouverts ; YF : yeux fermés), (a) : lors de l'évaluation initiale ; et (b) : lors de l'évaluation terminale.

férentiaient pas (n.s.) pour les deux conditions assis YF et debout YF (Fig. 2b).

#### 4. Discussion

Le but de ce travail était d'évaluer l'influence d'un programme d'activités physiques de type PEM sur le coût attentionnel du contrôle postural évalué lors de tests stabilométriques en condition statique les yeux ouverts et les yeux fermés, chez des personnes âgées institutionnalisées. L'équilibre statique des participants de cette étude a été évalué en condition simple-tâche et double-tâche (lors de la réalisation d'une tâche cognitive attentionnelle concurrente), avant et après un programme PEM de 12 semaines à raison de deux séances d'une heure par semaine.

Tant lors de l'évaluation initiale que lors de l'évaluation terminale, la longueur du trajet parcouru par le CPP des participants était plus importante en condition double-tâche qu'en condition simple-tâche (Tableau 1). Bien que la surface occupée par le CPP n'était pas sensible à cette condition expérimentale, ces résultats semblent indiquer que la stabilité posturale des personnes âgées est affectée par la réalisation d'une tâche cognitive concurrente [28,35,36,39,45]. Nous n'avons pas pu mettre en évidence des résultats attendus, comme le fait que l'équilibre des participants est souvent plus instable yeux fermés que yeux ouverts [20,32,33]. De même, contrairement à plusieurs études précédentes [6,14,15,19,25,30,31,44], la surface occupée par le trajet du CPP n'a pas montré de diminution significative entre l'évaluation initiale et l'évaluation terminale. Les conditions de ce travail en milieu gérontologique, entraînant une forte hétérogénéité interindividuelle dans les mesures stabilométriques, sont vraisemblablement responsables de l'absence de réelle significativité de nos résultats.

Lors de l'évaluation initiale, les participants ont montré de grandes difficultés à réaliser correctement la tâche cognitive tout en maintenant leur équilibre les yeux fermés. Comme le montre la Fig. 2a, leurs réponses étaient beaucoup plus stéréotypées (A plus élevé) debout YF (58,2 %) qu'assis YF (47,2 %). Dans la condition debout YF, ces personnes âgées n'arrivaient plus à générer des chiffres aléatoirement, mais

elles comptaient ! Ce résultat pourrait être interprété comme une mesure du *coût attentionnel* du contrôle postural les yeux fermés [35,36,39,45]. Dans cette condition du maintien de l'équilibre statique la plus difficile, ces personnes âgées doivent allouer la majorité de leurs ressources attentionnelles au contrôle de la posture, limitant ainsi leur capacité à réaliser la tâche cognitive secondaire. Ce résultat renforce l'importance accordée par de nombreuses études au poids des entrées visuelles dans la gestion de l'équilibre des personnes âgées [20,32,36]. La privation de cette entrée sensorielle entraîne un déficit de traitement et d'adaptation posturale, engendrant un coût attentionnel du contrôle de la posture plus important que les yeux ouverts [36,45].

Cependant, à l'issue des 12 semaines de programme PEM, comme le montre la Fig. 2b, la performance des participants à la tâche cognitive était aussi bonne debout YF (43,5 %) qu'assis YF (43,9 %). Ce résultat montre que ce programme d'activités physiques adaptées a permis d'améliorer la capacité des participants à réaliser une tâche mentale attentionnelle tout en maintenant un équilibre correct, et donc a réduit le coût attentionnel du contrôle postural les yeux fermés pour cette population. Il est remarquable de constater que, globalement, les performances des participants à la tâche cognitive se sont améliorées pour toutes les conditions expérimentales suite au programme d'activités physiques. Cela s'accorde avec les résultats de plusieurs études ayant démontré le bénéfice de l'activité physique sur le fonctionnement cognitif de la personne âgée [2,11,13]. De plus, cela étend l'intérêt de la pratique d'activités physiques dans ce domaine non pas à la seule pratique d'activités physiques de type aérobie et à l'amélioration du fonctionnement cardiovasculaire comme cela est souvent envisagé [12,22], mais également au renforcement musculaire et aux activités de réhabilitation. Le résultat qui nous apparaît néanmoins le plus important dans cette étude concerne particulièrement l'amélioration, suite au programme, des performances à la tâche cognitive dans la condition debout YF comparativement à la condition assis YF et démontrant une diminution sensible de la charge attentionnelle nécessaire à ces personnes âgées au maintien de la posture les yeux fermés. D'un point de vue théorique, ce résultat est important, car il

montre que l'augmentation du coût attentionnel du contrôle postural lors de la privation sensorielle visuelle démontrée chez la personne âgée [20,36,39] n'est pas immuable, mais peut être réduite ou inversée par la participation à un programme d'activités physiques adaptées. D'un point de vue plus pratique, nos résultats invitent à penser que le programme PEM mis en place a permis aux participants d'améliorer l'intégration et l'utilisation d'autres informations de nature proprioceptive et extéroceptive afin de contrôler leur posture, réduisant ainsi la dépendance aux informations visuelles qu'ils avaient pu montrer lors de l'évaluation initiale. Plus généralement, nous savons que l'incapacité à allouer suffisamment d'attention au contrôle postural dans des conditions de multitâches est un facteur contribuant au déséquilibre et à la chute chez la personne âgée en perte d'autonomie [26,36]. La mise en place de programmes d'activités physiques adaptées comme la PEM, qui sollicitent les fonctions sensorimotrices de ces personnes, permet alors d'améliorer leur autonomie et leur qualité de vie, notamment leurs capacités à pouvoir effectuer du mieux possible les activités de la vie quotidienne, et pourrait prévenir le risque de chute. Les résultats de notre étude peuvent alors être rapprochés de ceux rapportés par Toulotte et al. [40,41]. Ces auteurs ont en effet récemment montré qu'un programme d'activités physiques de trois mois pouvait améliorer l'équilibre statique et dynamique de personnes âgées en bonne santé, en situation de simple-tâche mais aussi et surtout en situation de double-tâche.

Il convient toutefois de souligner les limites de cette étude. Premièrement, comme nous l'avons déjà abordé, cette étude a été menée en milieu gérontologique, sur un faible échantillon de population et caractérisée par une grande variabilité interindividuelle initiale. L'absence d'un groupe témoin est certes aussi dommageable. Cela limite évidemment la portée de cette étude, et la généralisation de ces résultats doit être envisagée avec prudence. Deuxièmement, il convient de réfléchir sur la nature de la tâche cognitive secondaire utilisée dans cette étude. Tous les participants ont eu des difficultés à suivre la première consigne qui leur demandait de donner un chiffre toutes les 1,5 seconde et n'ont, en moyenne, jamais produit les 40 réponses demandées (Fig. 1). Bien que plusieurs études aient déjà validé l'intérêt de cette tâche avec des personnes très âgées et démentes [7,9,43], on peut se demander si elle n'était pas trop difficile pour la population que nous avons étudiée.

## 5. Conclusion

Cette première étude menée sur l'évolution du coût attentionnel du maintien de la posture suite à un programme de 12 semaines de type PEM chez des personnes âgées institutionnalisées, a produit des résultats sinon formels, tout du moins encourageants. Le fait le plus important concerne la nette diminution du coût attentionnel du maintien de la posture les yeux fermés suite au programme d'activités physiques adaptées. Cette amélioration s'est produite pour la condition de maintien de l'équilibre qui posait le plus de problèmes à ces personnes avant d'intégrer le programme. Les conditions méthodo-

logiques de cette étude peuvent expliquer en partie l'absence d'une plus grande significativité des résultats. Il nous apparaît dès lors important d'encourager le développement de ce type de recherche clinique, portant sur une thématique émergente et porteuse de sens, afin de dépasser les limites que nous avons pu formuler à propos de notre propre étude.

## Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les étudiants de Licence 3 et de Master 1 de la faculté des sciences du sport de Montpellier pour leur implication dans l'organisation et l'encadrement des séances de pratique PEM.

## Références

- [1] Abernethy B. Dual-task methodology and motor skills research: some applications and methodological constraints. *J Hum Movement Stud* 1988;14:101–32.
- [2] Albinet C, Fezzani K, Thon B. Vieillesse, activité physique et cognition. *Sci Mot* (sous presse).
- [3] American Academy of Neurology. Assessment: posturography. Report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 1993;43:1261–4.
- [4] Bardy BG. Le paradigme de la double tâche : intérêts pour le champ des habiletés motrices complexes. *Sci Mot* 1991;15:31–9.
- [5] Baddeley AD, Emslie A, Kolodny J, Duncan J. Random generation and the executive control of working memory. *Q J Exp Psychol* 1998;51A: 819–52.
- [6] Bernard PL, Hue O, Eininger C, Ledrole D, Giraud P, Seynnes O. Influence d'une activité physique sur les capacités posturales de personnes âgées : effets du temps de pratique. *Ann Readapt Med Phys* 2004; 47:157–63.
- [7] Brown RG, Soliveri P, Jahanshahi M. Executive processes in Parkinson's disease: random number generation and response suppression. *Neuropsychologia* 1998;36:1355–62.
- [8] Brown LA, Sleik RJ, Polych MA, Gage WH. Is the prioritisation of postural control altered in conditions of postural threat in younger and older adults? *J Gerontol A-Biol* 2002;57:M785–MM92.
- [9] Brugger P, Monsch AU, Salmon DP, Butters N. Random number generation in dementia of the Alzheimer type: a test of frontal executive functions. *Neuropsychologia* 1996;34:97–103.
- [10] Chen H-C, Schultz AB, Ashton-Miller JA, Giordani B, Alexander NB, Guire KE. Stepping over obstacles: dividing attention impairs performance of old more than young adults. *J Gerontol A-Biol* 1996;51A: M116–MM22.
- [11] Colcombe S, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychol Sci* 2003;14:125–30.
- [12] Colcombe SJ, Kramer AF, Erickson KI, et al. Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *P Nat Acad Sci USA* 2004;101:3316–21.
- [13] Fabre C, Chamari K, Mucci P, Massé-Biron J, Préfaut C. Improvement of cognitive function by mental and/or individualized aerobic training in healthy elderly subjects. *Int J Sports Med* 2002;23:415–21.
- [14] Gauchard GC, Gangloff P, Jeandel C, Perrin PP. Influence of regular proprioceptive and bioenergetic physical activities on balance control in elderly women. *J Gerontol A-Biol* 2003;58A:M846–MM50.
- [15] Gauchard GC, Gangloff P, Jeandel C, Perrin PP. Physical activity improves gaze and posture control in the elderly. *Neurosci Res* 2003; 45:409–17.
- [16] Hatzitaki V, Amiridis IG, Arabatzis F. Aging effects on postural responses to self-imposed balance perturbations. *Gait Posture* 2005;22:250–7.
- [17] Hindmarsh JJ, Estes EH. Falls in older persons. *Arch Intern Med* 1989; 149:2217–22.

- [18] Hue O, Ledrole D, Seynnes O, Bernard PL. Influence d'une pratique motrice de type « posture-équilibre-motricité » sur les capacités posturales du sujet âgé. *Ann Readapt Med Phys* 2001;44:81–8.
- [19] Hue O, Seynnes O, Ledrole D, Colson SS, Bernard PL. Effects of a physical activity program on postural stability in older people. *Aging Clin Exp Res* 2004;16:356–62.
- [20] Jamet M, Deviterne D, Gauchard GC, Vançon G, Perrin PP. Higher visual dependency increases balance control perturbation during cognitive task fulfilment in elderly people. *Neurosci Lett* 2004;359:61–4.
- [21] Jeandel C, Vuillemin A. Effets des activités physiques sur le contrôle postural chez le sujet âgé. *Sci Sport* 2000;15:187–93.
- [22] Kramer AF, Hahn S, Cohen NJ, et al. Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature* 1999;400:418–9.
- [23] Li KZH, Lindenberger U, Freund AM, Baltes PB. Walking while memorizing: age-related differences in compensatory behaviour. *Psychol Sci* 2001;12:230–7.
- [24] Li KZH, Lindenberger U. Relations between aging sensory-sensorimotor and cognitive functions. *Neurosci Biobehav Rev* 2002;26:777–83.
- [25] Lord SR, Castell S. Physical activity program for older persons: effects on balance, strength, neuromuscular control, and reaction time. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75:648–52.
- [26] Lundin-Olsson L, Nyberg L, Gustafson Y. "Stops walking when talking" as a predictor of falls in elderly people. *Lancet* 1997;349:617.
- [27] Maki BE, McIlroy WE. Postural control in the older adult. *Clin Ger Med* 1996;12:635–58.
- [28] Maylor EA, Wing AM. Age differences in postural stability are increased by additional cognitive demands. *J Gerontol B-Psychol* 1996;51B:143–P54.
- [29] McDowd JM, Vercruyssen M, Birren JE. Aging, divided attention, and dual-task performance. In: Damos DL, editor. *Multiple-task performance*. London: Taylor and Francis; 1991. p. 387–414.
- [30] Morris JN, Hardman AE. Walking to health. *Sports Med* 1997;23:306–32.
- [31] Perrin PP, Gauchard GC, Perrot C, Jeandel C. Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people. *Br J Sports Med* 1999;33:121–6.
- [32] Romero DH, Stelmach GE. Changes in postural control with aging and Parkinson's disease. *IEEE Eng Med Biol Mag* 2003;22:27–31.
- [33] Schmidt RA, Lee TD. Attention and performance. In: Schmidt RA, Lee TD, editors. *Motor control and learning: a behavioural emphasis*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1999. p. 61–91.
- [34] Seynnes O, Hue O, Ledrole D, Bernard PL. Adapted physical activity in old age: Effects of a low-intensity training program on isokinetic power and fatigability. *Aging Clin Exp Res* 2002;14:491–8.
- [35] Shumway-Cook A, Woollacott M, Baldwin M, Kerns K. The effects of cognitive demands on postural sway in elderly fallers and non-fallers. *J Gerontol A-Biol* 1997;52A:M232–MM40.
- [36] Shumway-Cook A, Woollacott M. Attentional demands and postural control: The effect of sensory context. *J Gerontol A-Biol* 2000;55A:M10–M16.
- [37] Sparrow WA, Bradshaw EJ, Lamoureux E, Tirosh O. Ageing effects on the attention demands of walking. *Hum Mov Sci* 2002;21:961–72.
- [38] Spirduso WW. *Physical dimensions of aging*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1995.
- [39] Teasdale N, Bard C, LaRue J, Fleury M. On the cognitive penetrability of posture control. *Exp Aging Res* 1993;19:1–13.
- [40] Toulotte C, Thévenon A, Fabre C. Effets d'un entraînement physique sur l'équilibre statique et dynamique chez des sujets âgés chuteurs et non-chuteurs. *Ann Readapt Med Phys* 2004;47:604–10.
- [41] Toulotte C, Thévenon A, Fabre C. Effects of training and detraining on the static and dynamic balance in elderly fallers and non-fallers: A pilot study. *Disabil Rehabil* 2006;28:125–33.
- [42] Towse JN, Neil D. Analysing human random generation behaviour: a review of methods used and a computer program for describing performance. *Behav Res Methods Instrum Comput* 1998;30:583–91.
- [43] Van der Linden M, Beerten A, Pesenti M. Age-related differences in Random Generation. *Brain Cog* 1998;38:1–16.
- [44] Wong AM, Lin YC, Chou SW, Tang FT, Wong PY. Coordination exercise and postural stability in elderly people: Effect of Tai Chi Chuan. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:608–12.
- [45] Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture* 2002;16:1–14.