

Adaptation de la posture au cours d'une tâche de ramassage d'objets chez la personne âgée et des sujets parkinsoniens. Résultats préliminaires *

P Gras¹, J Aouston¹, P Stapeley², T Pozzo², F Mourey¹,
A Vinter³, I Rouhier-Marcer¹, JP Didier¹

¹ Groupe d'études et de recherche sur le handicap (GERSH), centre de convalescence et de rééducation, 23, rue Gaffarel, 21034 Dijon cedex;

² groupe d'analyse du mouvement UFR STAPS, campus universitaire BP 138, 21004 Dijon cedex;

³ laboratoire d'études des acquisitions et du développement, CNRS URA 665, faculté des sciences, 6, boulevard Gabriel, 21000 Dijon, France

(Reçu le 10 décembre 1995 ; accepté le 9 septembre 1996)

Résumé – Les auteurs ont décrit les premiers résultats d'une étude destinée à analyser les coordinations entre la posture et le mouvement au sein de plusieurs groupes de sujets dans une tâche de ramassage d'objets. Les premiers résultats ont concerné la comparaison des sujets jeunes et des personnes âgées.

L'analyse cinématique a révélé une augmentation de l'instabilité du mouvement et une diminution des capacités d'adaptation chez la personne âgée contribuant à expliquer le risque de chute. Ces premiers résultats seront complétés par l'étude d'un plus grand nombre de sujets normaux. Le même protocole expérimental sera appliqué aux patients atteints de la maladie de Parkinson. © 1998 Elsevier, Paris.

posture / ramassage d'objets / gérontologie

Summary – Trade-off posture movement in an object pick-up task in young and old patients. Preliminary results. This paper describes a multiparametric study of both complex and simple movement applied to normal subjects and Parkinsonian patients. Only partial results are available and concern the study of the adaptation between posture and movement in both young and old subjects with eight patients in each group. The cinematic analysis of our results show an increase in instability in the elderly patients and may explain the frequency of falls in this population. These first results must be verified by a larger study and must be completed by the analysis of Parkinsonian patients. © 1998 Elsevier, Paris.

posture / object picking-up / old patients

L'activité motrice constitue un ensemble d'activités complexes englobant à la fois des composants centraux et des composants périphériques concernant le domaine sensorimoteur. L'étude du mouvement constitue actuellement un champ de convergences où se conjuguent les compétences médicales, neurophysiologiques et psychologiques. L'objectif de la recherche proposée ici était de mettre à la disposition des cliniciens une méthode d'évaluation du mouvement non invasive, quantifiable et reproductible. Des

travaux en nombre croissant [2, 3, 4] font référence à une analyse du mouvement associant la cinématique, l'étude des variations du centre de gravité et l'étude de la commande centrale par enregistrement de l'activité électromyographique. Nous avons envisagé d'appliquer cette méthode à l'étude des mouvements complexes de grande amplitude impliquant plusieurs articulations et requérant une coordination de la posture et du mouvement. Les travaux déjà effectués dans ce domaine ayant permis d'isoler certaines caractéris-

* Ce travail a bénéficié d'un contrat de recherche Cnamts-Inserm n° 4 AVH08.

tiques des mouvements qualifiés d'invariants, nous avons envisagé d'appliquer cette étude à trois groupes de sujets : sujets normaux, sujets âgés et sujets atteints de maladie de Parkinson. Nous présentons dans cette publication des résultats préliminaires, capables de valider le protocole opératoire à partir de l'analyse cinématique d'une tâche de ramassage d'un objet au sol dans deux populations, l'une jeune, l'autre âgée.

MATÉRIEL ET ÉQUIPEMENT

Matériel expérimental

Le souci de rigueur expérimentale et l'absence d'outil de mesure fiable ont jusqu'à présent contraint les chercheurs à faire l'étude des mouvements orientés d'un ou de plusieurs membres sur un nombre limité d'articulations. La mise au point de techniques modernes d'analyse du mouvement donne aujourd'hui les moyens d'appréhender le mouvement dans sa globalité et sans contraindre les sujets dans leurs mouvements. L'utilisation de cette technologie nous a permis de réduire l'écart qui existe souvent entre la situation de laboratoire et la motricité naturelle.

Afin de procéder à une analyse cinématique tridimensionnelle des déplacements du corps (hémicorps droit et gauche), quatre caméras d'un système de mesure automatique du mouvement (type Élite) sont disposées de part et d'autre du sujet. Les caméras sont munies de sources infrarouges émises en direction des marqueurs disposés sur le corps du sujet, qui à leur tour réfléchissent la lumière infrarouge vers l'optique des caméras. Le système détecte en temps réel la position des marqueurs d'après leur forme et calcule simultanément les coordonnées du centre de tous les marqueurs. Une image est prise toutes les 10 ms. La précision du système et de ses calculs est de l'ordre de 1/2 500 de la taille du champ de prise de vue. Pour l'ensemble des expériences réalisées et pour lesquelles la dimension du champ de prise de vue n'excède pas 3×3 m, la précision est de l'ordre de 1 à 1,5 mm pour les déplacements linéaires et $1,5^\circ$ pour les positions angulaires. L'enregistrement des positions des marqueurs était fait en ligne par un ordinateur.

Sujets

L'ensemble de l'étude a concerné un groupe de sujets jeunes de 25 à 40 ans, volontaires ($n = 8$) et de sujets âgés de plus de 65 ans, vivant à domicile, volontaires ($n = 8$). Afin de limiter l'incidence des variations interindividuelles, nous avons exclu les sujets présentant des antécédents récents médicaux, chirurgicaux ou recevant un traitement médicamenteux pouvant affecter la motricité.

Un interrogatoire réalisé lors du bilan préliminaire nous permettait de dégager les éléments pouvant avoir une incidence sur la performance motrice des sujets, notamment

ceux qui concernaient la pratique d'une activité physique et l'activité professionnelle actuelle ou antérieure. L'ensemble des données cliniques recueillies sur les sujets (de type quantitatif comme qualitatif) étaient consignées dans un même fichier (type Excel) afin de permettre les analyses statistiques nécessaires à la recherche de corrélations entre ces variables et les paramètres issus de la cinématique des mouvements.

Description du protocole expérimental

La tâche consistait à saisir un objet placé au sol à partir de la position debout, bras le long du corps, pour l'amener jusqu'à hauteur des épaules. Après un temps d'arrêt d'une seconde environ, le sujet reposait l'objet à sa position initiale et revenait à sa position de départ. L'objet était constitué d'une barre en bois de 4 cm de diamètre, fixée à chaque extrémité par deux demi-lunes qui reposaient sur le sol. Son poids était de 900 g et la barre était à 8 cm du sol.

La situation expérimentale se divisait en quatre phases :

- le déplacement du corps vers la cible et sa saisie ;
- le transport de la cible à l'endroit demandé ;
- la pose de l'objet ;
- le retour à la position initiale.

Deux paramètres ont pu varier au cours des tâches expérimentales : la distance de la cible (éloignée ou rapprochée) et la vitesse d'exécution demandée au sujet (vitesse normale ou maximale). Au cours de ce mouvement, le déplacement des segments corporels vers l'objet devait être compatible avec le maintien du centre de gravité à l'intérieur de la base d'appui. Ceci constitue donc un modèle intéressant pour étudier la planification du mouvement de saisie et les stratégies motrices assurant le maintien de l'équilibre (y compris la stabilisation de la tête).

Traitement statistique des données

Pour ce qui concerne l'analyse statistique de nos données, nous avons utilisé un logiciel récent, Statistica, qui inclut les différents types d'analyses statistiques nécessaires pour la mise à l'épreuve de nos hypothèses de travail. L'extraction des invariants moteurs a été obtenue par l'utilisation de techniques de régressions linéaires (et de corrélations multiples) entre différents paramètres cinématiques (vitesse et longueur, rayon de courbure et vitesse, etc), afin d'extraire, pour chaque sujet, la valeur du coefficient indicateur du principe étudié. La différenciation de ces variables selon les sous-groupes de sujets étudiés a été analysée au moyen de Manova (analyse de variances multivariées).

RÉSULTATS

Les premiers résultats obtenus concernaient l'analyse du déplacement de trois des dix marqueurs utilisés au cours de l'expérimentation dans les deux groupes de sujets :

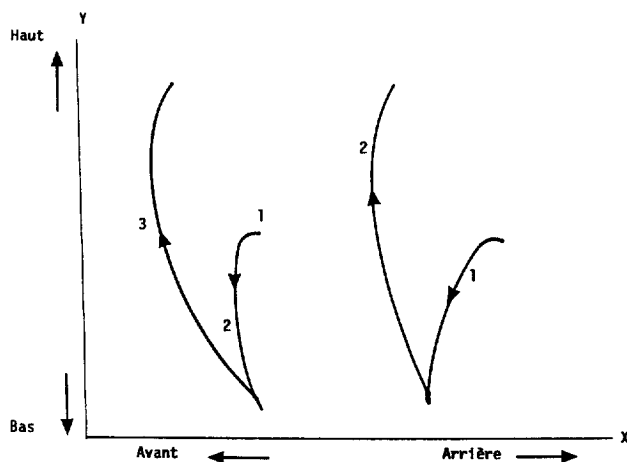


Fig 1. Représentation de la trajectoire du marqueur du poignet chez un sujet jeune dans le plan sagittal dans deux situations : cible rapprochée et vitesse normale à gauche, cible éloignée et vitesse rapide à droite.

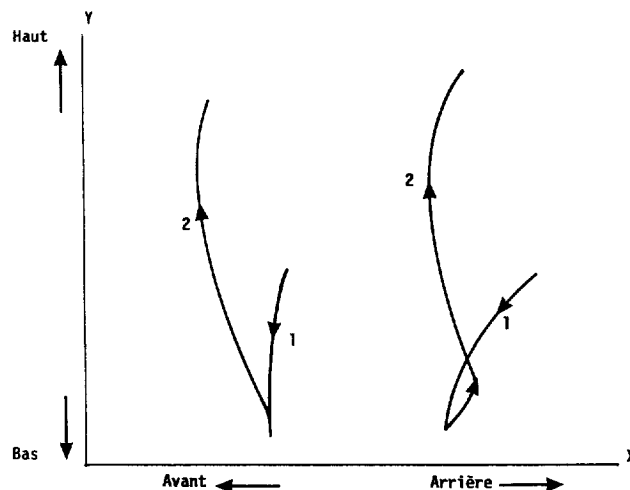


Fig 2. Représentation de la trajectoire du marqueur du poignet chez un sujet âgé dans le plan sagittal dans deux situations : cible rapprochée et vitesse normale à gauche, cible éloignée et vitesse rapide à droite.

- le marqueur du poignet correspondant au segment distal ;
- le marqueur du bassin proche du centre de gravité ;
- le marqueur de l'oreille correspondant au segment céphalique.

Trajectoires dans le plan sagittal

Trajectoire du poignet

Chez le sujet jeune, on notait dans la phase de saisie un mouvement horizontal vers l'avant (1) précédant une trajectoire quasi rectiligne orientée vers la cible (2). Lors du lever, la trajectoire est semi-circulaire (3) avec un axe de rotation localisé au niveau du bassin (figure 1).

Chez le sujet âgé, il existait un seul mouvement aboutissant à une trajectoire rectiligne vers la cible (1) lorsque lors de la phase de lever, il existe une légère inflexion initiale vers l'arrière de la courbe qui précède un mouvement nettement plus rectiligne (2). L'augmentation de la vitesse d'exécution et l'éloignement de la cible accentuaient cette tendance en objectivant nettement l'inflexion postérieure de sorte que l'ensemble de la courbe de lève prenait un aspect sigmoïde (figure 2).

Trajectoire de la tête

Aucune différence significative n'a pu être mise en évidence.

Trajectoire du bassin

Les trajectoires du bassin sont beaucoup plus variables que les autres trajectoires et ne permettaient

pas, dans le protocole actuel, de retenir de différence statistiquement significative.

Analyse des données cinématiques

Durée du mouvement

La durée moyenne de l'ensemble du mouvement à vitesse normale chez le sujet jeune était de $2,28 \pm 0,38$ secondes et de $2,50 \pm 0,44$ secondes chez le sujet âgé, la différence n'était pas significative. Lors du mouvement à vitesse rapide, la durée moyenne était de $1,45 \pm 0,15$ secondes pour les sujets jeunes et de $1,9 \pm 0,26$ secondes pour les sujets âgés avec une différence significative ($p < 0,001$).

Étude de la durée des accélérations et décélérations pour chaque phase (figure 3)

Chez le sujet jeune, le poignet et la tête présentaient une distribution comparable des différentes durées d'accélération et de décélération. L'accélération initiale de la saisie et la décélération finale du lever étaient longues. La transition fournie par la décélération de la fin de la saisie et l'accélération du début du lever étaient courtes. Tout s'est passé comme si la phase de saisie et de lever correspondaient à une même séquence.

Chez les sujets âgés, les profils de vitesse étaient différents. Pour le poignet, les durées d'accélération et de décélération des deux phases étaient significativement constantes, la transition courte des sujets jeunes n'existait pas. Pour la tête non plus, la phase transitoire courte n'existait pas, sauf lors de l'exécution de la tâche en contrainte maximale.

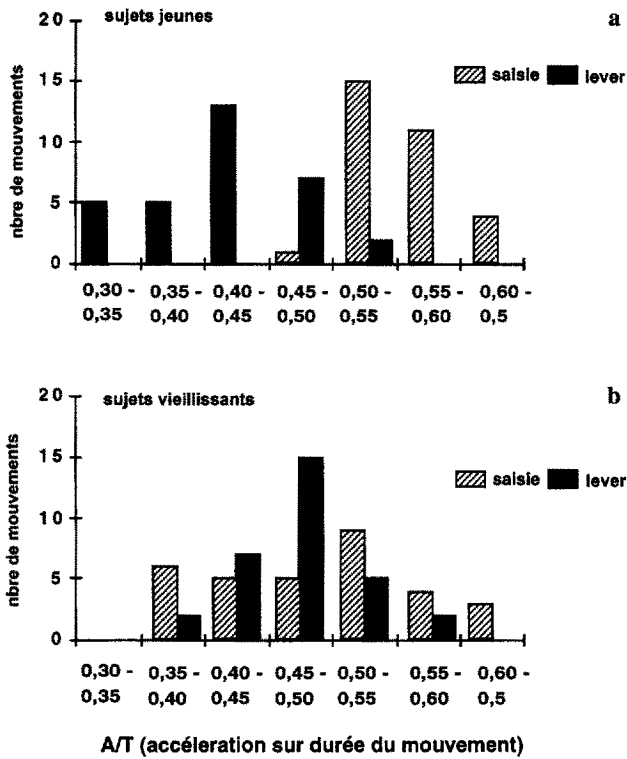


Fig 3. Distribution du rapport A/T (entre la durée de la phase d'accélération A et la durée du mouvement pour une phase donnée T) du poignet pour tous les essais et les conditions expérimentales. a : chez le sujet jeune ; b : chez le sujet âgé.

DISCUSSION

Ces résultats préliminaires n'ont pas permis de valider la méthodologie utilisée. L'analyse cinématique d'une tâche complexe de ramassage était accessible à partir de l'étude des trajectoires de marqueurs bien choisis et des données cinématiques liées à la durée et aux constantes d'accélération et de décélération du mouvement [1]. L'exploitation statistique des données numériques obtenues à partir des trajectoires confirme la validité des logiciels d'exploitation des courbes. De

plus, ces résultats ont suggéré que les personnes âgées semblaient présenter une coordination, entre posture et mouvement, différente du sujet jeune. Plusieurs constatations confortaient cette hypothèse. L'amplification des contraintes posturales induite par l'augmentation de la vitesse d'exécution et l'éloignement de la cible aboutissait à une instabilité du mouvement se matérialisant par l'apparition d'une boucle sur la trajectoire du poignet. Les sujets âgés présentaient une stratégie globale où chacun des différents segments corporels impliqués par la tâche était suffisamment interdépendant pour impliquer une adaptation plus difficile aux consignes. Une telle diminution des capacités d'adaptation doublée du vieillissement des structures osseuses et articulaires a pu expliquer le caractère précaire de l'équilibre des personnes âgées, les exposant à un risque de chute plus élevé que chez le sujet jeune.

CONCLUSION

Ces résultats, qui doivent être complétés à la fois par l'analyse d'un plus grand nombre de sujets et d'un groupe de sujets parkinsoniens et par l'étude de mouvements de plus faible amplitude concernant l'activité graphique, confirment l'intérêt de l'analyse des relations posture et mouvement en rééducation. En effet, elle paraît capable de conforter les hypothèses physiopathologiques et d'optimiser les techniques de prise en charge rééducative pour prévenir les risques de chutes.

RÉFÉRENCES

- Berthoz A, Pozzo T. Head and body coordination during locomotion and complex movements. In: S Swinnen, G Heuer, J Massion, N Casaer, eds. *Interlimb Coordination Neural dynamical and cognitive*. Constraints New York: Academic Press ; 1994. p 147-65
- Millington PJ, Myklebust BM, Shambes GM. Biomechanical analysis of the sit-to-stand motion in elderly persons. *Arch Phys Med Rehabil* 1992 ; 73 : 609-17
- Pozzo T, Levik Y, Berthoz A. Head and trunk movement in the frontal plane during complex dynamic equilibrium tasks in humans. I. Untrained subjects. *Exp Brain Res* 1995 ; 106 : 327-38
- Vander Linden PT, Brunt D, Marina U, Mc Culloch PT. Variant and invariant characteristics of the sit-to-stand position task in healthy elderly adults. *Arch Phys Med Rehabil* 1994 ; 75 : 653-60