

P39- Influence des contraintes temporelles sur les ajustements posturaux anticipateurs associés au mouvement de flexion de la cuisse

Tarek Hussein¹, Eric Yiou¹, Jacques Larue¹

¹Université Paris-Sud, France

hussein-tarek@hotmail.com

Lors du mouvement de flexion de la cuisse, la stabilité médiolatérale (ML) est organisée à l'avance au cours des « Ajustements Posturaux Anticipateurs » (APA ML). Cette étude se proposait d'examiner l'influence du mode de déclenchement du mouvement volontaire (temps de réaction vs. auto-initié) sur les caractéristiques biomécaniques des APA ML. Huit participants ont exécuté des séries de flexion de la cuisse à vitesse maximale en situation de temps de réaction (TR) et auto-initiée (AI). Les résultats ont montré que la durée des APA était plus courte en TR qu'en AI. En revanche, le déplacement ML anticipateur du centre des pressions était plus important en TR qu'en AI. La stabilité dynamique à l'instant du décolllement du pied, quantifiée au moyen du « centre de masse extrapolé » (Hof et al., 2005), restait équivalente en TR et AI. Ces résultats suggèrent qu'en condition de contrainte temporelle forte (i.e. en condition TR), le SNC réduit la durée des APA mais, en contre partie, augmente leur amplitude de façon à maintenir une stabilité dynamique optimale.

Mots clés : ajustements posturaux anticipateurs ; temps de réaction ; mouvement auto-initié ; stabilité dynamique ; contrôle moteur.

INTRODUCTION

L'exécution de tout mouvement volontaire impliquant les membres inférieurs est précédée de phénomènes dynamiques correspondant aux « Ajustements Posturaux Anticipateurs » APA ;(e.g. Nouillot et al., 1992). Suivant la direction médiolatérale (ML), ces APA (notés « APA ML ») se caractérisent par un déplacement du centre de pression (CP) vers la jambe oscillante concomitant à une accélération du centre de gravité (CG) vers la jambe d'appui. Cette dynamique posturale anticipatrice permet de générer les conditions dynamiques favorables au maintien de l'équilibre postural ML au cours de l'exécution du mouvement. Tout facteur affectant ce contrôle anticipateur augmente le risque de déséquilibre et donc de chute (e.g. Maki et al., 2000). Or, les caractéristiques spatio-temporelles des APA sont connues pour être sensibles à la contrainte temporelle imposée au mouvement. En particulier, il a été montré que la durée des APA associés à un mouvement du bras vers l'avant est plus courte en condition de temps de réaction (TR) qu'en condition auto-initiée (AI) (e.g. Ilmane & LaRue, 2008). L'objet de la présente étude est d'analyser les effets du mode de déclenchement du mouvement (TR vs. AI) sur le contrôle anticipateur de la stabilité posturale ML au cours d'un mouvement mobilisant les membres inférieurs, la flexion de la cuisse en l'occurrence. L'hypothèse est que le système nerveux central (SNC) réduit la durée des APA en situation de contrainte temporelle forte (i.e. en situation de TR) mais, en contre partie, augmente l'amplitude des APA ML de façon à maintenir une stabilité dynamique invariante.

METHODE

Huit jeunes adultes en bonne santé (âge moyen : 25 ± 4 ans) ont réalisé 10 essais de flexion de la cuisse dominante à vitesse maximale, en condition AI et en condition TR. En condition TR, les participants devaient décoller le pied le plus tôt possible consécutivement en entendant un signal acoustique. Suite au mouvement de flexion, les sujets devaient maintenir la posture (unipodale) finale cinq secondes avant de revenir en posture (bipodale) initiale. Les mouvements étaient exécutés sur une plateforme de force (AMTI, 60*60 cm). L'accélération ML du CG était obtenue grâce au rapport $[F_y/m]$ (avec F_y : force de réaction ML, m : masse du sujet) en vertu de la seconde loi de Newton. La vitesse et le déplacement ML du CG étaient calculés par intégrations successives du signal accélérométrique (Yiou et al., 2011). La position ML du CP (y_P) était obtenue au moyen de l'approximation suivante : $y_P = M_x/R_z$ (avec M_x : moment antéro-postérieur ; R_z : force de réaction verticale). La durée des APA correspondait au délai entre le début des tracés mécaniques et le décolllement du talon (HO, mesuré grâce à un capteur FSR). L'amplitude des APA ML correspondait au déplacement ML

maximal du CP au cours des APA. La stabilité dynamique était quantifiée au moyen du différentiel noté « b » entre la position du CP ($y_{P_{FO}}$) et du « centre des masses extrapolé » y_{CoM} , (Hof et al., 2005) au moment du décollement de la jambe (FO), soit $b = y_{P_{FO}} - y_{CoM_{FO}}$. Selon (Hof et al. 2005), $y_{CoM} = y_G + y'_G/\omega_0$, avec $\omega_0 = \sqrt{g/l}$: fréquence d'oscillation propre du corps modélisé comme un pendule inverse de longueur l ($l = H*0.575$, H : taille du sujet), y'_G : vitesse du CG, g : gravité (9.81 m/s^2). Enfin, la performance motrice correspondait à la vitesse verticale maximale du CG. Les signaux ont été échantillonnés à 250 Hz. Des ANOVA à mesures répétées avec la condition (TR vs AI) comme facteur intra-sujets ont été réalisées sur chaque variable. Le seuil de significativité alpha était fixé à 0.05.

RESULTATS

En condition TR et AI, le décollement du talon était systématiquement précédé de phénomènes dynamiques correspondant aux APA. L'analyse statistique a révélé que la position initiale du CP ne changeait pas entre les conditions TR et AI ($p > 0.05$). En revanche, la durée des APA était significativement plus courte en condition TR qu'en condition AI [$F(1, 7) = 12.183$, $p = .01$] et l'amplitude des APA ML était significativement plus élevée en TR qu'en AI ($F[1,7] = 29.00$; $p = 0.001$). L'analyse statistique a également révélé que la stabilité dynamique au FO ne changeait pas entre les conditions TR et AI ($p > 0.05$).

DISCUSSION

La réduction de la durée des APA en condition TR est en accord avec les données de la littérature sur les effets d'une contrainte temporelle sur les APA associés à un mouvement volontaire du membre supérieur (e.g. Ilmane & LaRue, 2008). Ce résultat peut être imputé à la consigne expérimentale de déclencher le mouvement volontaire (HO) le plus tôt possible après l'apparition du signal impératif. Malgré cette réduction de la durée des APA, nos résultats ont montré que les sujets parvenaient à maintenir une stabilité dynamique au FO équivalente à celle obtenue en condition AI. Ce dernier résultat est vraisemblablement rendu possible grâce au déplacement ML du CP plus important en condition TR qu'en condition AI. Autrement dit, nos résultats suggèrent que le SNC est capable de compenser la réduction de durée des APA induite par la contrainte temporelle par une augmentation de l'amplitude des APA. Plus généralement, ces résultats vont dans le sens de travaux récents mettant en évidence l'adaptabilité de la commande motrice aux contraintes imposées au système postural, qu'il s'agisse de contraintes de nature biomécanique e.g. l'instabilité posturale ; (Yiou et al., 2009), (neuro)physiologique e.g. la fatigue posturale ; (Strang & Berg, 2007), psychologique e.g. la peur de chuter ; (Yiou et al., 2011) ou, ici, temporelle.

BIBLIOGRAPHIE

- Hof, A.L., Gazendam, M.G.J., Sinke, W.E. (2005). *J Biomech*, 38:1-8.
- Ilmane, N., LaRue, J. (2008). *Motor Control*, 12, 330-47.
- Maki, B.E., Edmondstone, M.A., McIlroy, W.E. (2000). *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55, 270-7.
- Nouillot, P., Bouisset, S., Do, M.C. (1992). *Neurosci Lett*, 147, 1-4.
- Strang, A.J., Berg, W.P. (2007). *Exp Brain Res*, 178:49-61.
- Yiou, E., Deroche, T., Do, M.C., Woodman, T. (2011). *Eur J Appl Physiol*, 111, 611-20.
- Yiou, E., Mezaour, M., Le Bozec, S. (2009). *Motor Control*, 13, 142-60.