

P11- Dynamique de l'apprentissage d'une habileté motrice complexe : la marche athlétique

Lina Majed¹, Anne-Marie Heugas De Panafieu¹, Isabelle A. Siegler¹

¹Laboratoire CIAMS, UPRES EA 4532, UFR STAPS, Université Paris-Sud 11

lina.majed@u-psud.fr

Cette communication présente une première analyse des principaux résultats d'une étude portant sur l'évolution du comportement moteur débutant lors de l'apprentissage d'une habileté motrice complexe, la marche athlétique. Suite aux trois consignes verbales liées à la réglementation, les participants adoptent directement un mode de coordination significativement différent que celui retrouvé en marche normale à la même vitesse. Avec l'apprentissage, la réorganisation du mouvement continue, accompagnée pour certaines variables d'une augmentation de la stabilité locale, mais sans direction systématique (distale/proximal). In fine, nous tenterons d'analyser comment l'évolution dynamique du comportement débutant est modulée par la nature des composantes articulaires et par le poids et l'interaction des contraintes agissant sur le système.

Mots clés : Apprentissage ; Coordinations motrices ; Habileté motrice complexe ; Marche athlétique

INTRODUCTION

L'apprentissage d'une habileté motrice complexe est conçu en général comme un problème de maîtrise des degrés de liberté (ddl) redondants du système. Plusieurs stratégies de contrôle ont été proposées dans la littérature (Bernstein, 1967). Afin de faciliter la réalisation de la tâche, le débutant semble rigidifier les ddl et/ou coupler les composantes oscillatoires du système. Le processus d'acquisition d'une habileté complexe est accompagné d'un relâchement progressif des ddl bloqués initialement et/ou d'une dissolution des couplages initiaux. A ce stade, de nouvelles coordinations peuvent apparaître. Dans le cadre des théories dynamiques, le comportement moteur est conçu comme un phénomène auto-organisé et émergent d'un réseau de contraintes, liées à la tâche, à l'organisme, et à l'environnement (Newell, 1986). Dans ce contexte, *contrainte* signifie tout facteur susceptible d'influencer l'organisation des degrés de liberté du système donc ses possibilités d'action. Le but de cette étude est de comprendre certains mécanismes du comportement débutant et son évolution avec l'apprentissage d'une tâche complexe, la marche athlétique (MA), hautement contrainte par sa réglementation.

MATERIELS ET METHODES

Sept hommes (23,3±6,4 ans), non expérimentés en MA, ont participé à 7 séances d'apprentissage (P1-P7) de la MA, réalisée sur un tapis roulant. Les séances avaient une durée moyenne de 45 minutes et comprenaient des paliers de 4 et 6 minutes de vitesses incrémentées pour chaque séance et au fil des séances. Le choix des vitesses était relatif à la vitesse de transition spontanée (VTS) entre la marche et la course de chaque participant, calculée au cours d'une session préalable. L'objectif final pour les participants était d'accomplir 6 minutes de MA à VTS+2.5 km.h⁻¹. Trois consignes verbales ont été données : « attaquer le sol avec le talon, tendre le genou pendant toute la phase d'appui jusqu'au passage du pied à la verticale de la hanche et fléchir le coude ». Les coordonnées tridimensionnelles de 19 positions stratégiques du corps ont été recueillies à l'aide d'un système d'analyse du mouvement à 8 caméras (VICON370, Oxford Metrics, UK - 60 Hz). Un programme personnalisé MATLAB a permis de calculer un grand nombre de variables cinématiques (moyenne et écart-type intra-essai) : angles articulaires, rotations segmentaires, phases relatives (pied/cuisse, genou/ cuisse, flexion maximale cuisse/ extension maximale cuisse, bassin/buste) et deux variables globales (fréquence des cycles et amplitude du déplacement vertical du sternum). La MA à la séance P1 et à la vitesse VTS a été comparée à la marche normale (t-test non paramétrique). Deux ANOVAs à mesures répétées ont permis d'étudier l'influence de la pratique et de la vitesse sur les différentes variables dépendantes [(P1-P4)×(VTS, VTS+0.5, VTS+1 km.h⁻¹) ; (P4-P6-P7)×(VTS, VTS+0.5, VTS+1, VTS+1.5, VTS+2 km.h⁻¹)].

RESULTATS

Le tableau 1 propose une première classification des principaux résultats. Le Tableau 1a regroupe les variables cinématiques, dont la moyenne et/ou l'écart-type intra-essai changent significativement dès P1 par rapport à la marche normale, caractérisant ainsi le comportement débutant. Nous notons une réorganisation de certaines variables, non liées à la consigne, avec ou sans modification de leur variabilité comparée à la marche normale. A l'inverse, certaines variables concernées par la consigne (amplitude de la cheville et flexion maximale du genou à l'appui) voient leur variabilité augmenter sans que leur moyenne ne change significativement. Les résultats des ANOVAs (Tableau 1b) sur l'effet principal de l'apprentissage révèlent deux catégories différentes. Nous constatons une réorganisation de certaines variables accompagnée ou pas d'une diminution de leur variabilité. La plupart des modifications, dues à l'apprentissage, ont lieu entre P1 et P4 à l'exception de 2 variables qui changent significativement dans un stade plus tardif de l'apprentissage.

Tableau 1. (a) Variables cinématiques modifiées significativement à P1 par rapport à la marche (à la vitesse VTS), (b) Variables cinématiques modifiées significativement après P1

a- Comportement Débutant			b- Evolution du Comportement Débutant avec l'Apprentissage				
Typologies Débutants	Articulation ou Segment	Mouvement concerné	Typologies Apprentissage	Articulation ou Segment	Mouvement concerné	séances de réorganisation	séance de stabilisation
Réorganisation sans Augmentation de la Variabilité	GENOU	ϕ Genou/Cuisse	Réorganisation Avec Diminution de la Variabilité	GENOU	ϕ Genou/Cuisse	P1-P4	P1-P4
	CUISSE	ϕ Cuisse/Cuisse		CUISSE	ϕ Cuisse/Cuisse	P1-P4	P1-P4
	COUDE	Flex. Max		PIED	ϕ Pied/Cuisse	P1-P4	P1-P4
COUDE	Ext. Max	Global		Fréquence des cycles	P1-P4	P4-P7	
Réorganisation avec Augmentation de la Variabilité	BASSIN	Amp. rotation autour de l'axe X	Réorganisation Sans diminution de la Variabilité	CHEVILLE	Ext. Max.	P1-P4	-
	TRONC	Inclinaison max. Avant		CHEVILLE	Ext. Max. à l'appui	P1-P4	-
	STRN	Amp.		CHEVILLE	Amp. Flex. Max	P1-P4	-
Augmentation de la Variabilité sans Réorganisation	GENOU	Amp. Flexion à l'appui		GENOU	% de cycles n'ayant pas de flexion à l'appui	P1-P4	-
	CHEVILLE	Amp.		CUISSE	Ext. Max	P1-P4	-
	BASSIN	Amp. rotation autour de l'axe Z		COUDE	Ext. Max	P1-P4	-
				BASSIN	ϕ Bassin/Buste autour de l'axe X	P1-P4	-
				BASSIN	Abaissement maximal	P4-P6	-
				Global	Amp. Verticale du Sternum	P1-P4	-

DISCUSSION

Nous notons que le comportement adopté par les novices est rapidement modifié suite à la consigne, dès P1 ou entre P1 et P4, pour permettre la réalisation de la tâche. Ce comportement est caractérisé pour partie par une grande variabilité reflétant un état moins stable et donnant la possibilité d'exploration des solutions de coordination. Avec l'apprentissage, cette variabilité du comportement débutant diminue pour certaines phases relatives et pour une variable d'ordre global. Cela peut être interprété comme un passage vers à un état de coordination plus stable. Nous pensons qu'en théorie la réorganisation des composantes peut dépendre de leur nature (distal/proximal, 1D-3D, etc.) ainsi que du poids et de l'interaction des contraintes (consigne, biomécanique, interaction vitesse tapis / pratique). Cependant, les résultats ne montrent pas de direction unique (distal↔proximal) dans la réorganisation des ddl. Ainsi, les articulations distales (coude, cheville) ne subissent pas toutes les mêmes contraintes liées au tapis. Par la suite, nous analyserons plus finement le poids des contraintes sur les différentes composantes afin de mieux comprendre les mécanismes qui sous-tendent l'apprentissage d'une tâche complexe impliquant le corps entier.

REFERENCES

- Bernstein, N.A. (1967). *The co-ordination and regulation of movements*. Oxford : Pergamon Press.
- Newell, K. M. (1986). Constraints on the development of coordination. In M.G.Wade & H. T. A. Whiting (Eds.), *Motor development in children: aspects of coordination and control* (pp. 341-360). Dordrecht: Nijhof.