

PERCEPTION : CORRÉLATIONS AVEC LES DONNÉES BIOMÉCANIQUES ET ENTRE LES DIVERS ÉLÉMENTS DE PERCEPTION POUR UNE TÂCHE DE MANUTENTION

NASTASIA IULIANA, LORTIE MONIQUE

Université du Québec à Montréal, Sciences Biologiques
C.P. 8888, Succursale Centre ville, Montréal, Québec, Canada, H3C 3P8
nastasia-gaspard.iuliana@uqam.ca

DELISLE ALAIN

Institut de recherche Robert Sauvé en santé et sécurité au travail
Montréal, Québec, Canada

GAGNON MICHELINE

Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada

Résumé

Les objectifs de l'étude étaient de vérifier les correspondances entre des éléments de perception de nature physique, opératoire et de performance et des mesures biomécaniques, de vérifier comment les éléments de perception opératoire et physique sont inter reliés et comment ils s'intègrent dans la perception de la performance. Dix sujets ayant une expérience limitée en manutention devaient lever à 50 reprises 3 charges de 15 Kg. Après chaque séquence, le sujet était questionné à l'aide d'échelles CR-10 sur sa perception de divers éléments. En moyenne, les sujets ont évalué la tâche comme étant légère/ facile. La perception des éléments physiques a été nettement mieux corrélée aux données biomécaniques que celle des éléments opératoires. L'intégrale du moment résultant a été trouvée associée tant à l'ensemble des éléments physiques, y compris l'asymétrie, qu'aux divers éléments de performance. Les éléments de perception physique sont plus fortement reliés entre eux que celles opératoires. Chaque élément de performance considéré intègre son propre ensemble d'éléments physiques et opératoires.

Mots clés : Perception, biomécanique, manutention.

PERCEPTION : CORRELATIONS WITH BIOMECHANICAL DATA AND BETWEEN THE VARIOUS SUBJECTIVE ELEMENTS FOR A MATERIAL HANDLING TASK

Abstract

The aims were to determine matching between biomechanical data and subjective ratings for physical, operational and performance elements, to verify how the various physical and operational perceptual elements were associated together and how they were integrated in the performance assessment. Ten healthy male subjects with little handling experience lifted three 15-Kg containers, 50 times each. After each sequence, the subject was asked to rate on a CR-10 scale his perception for various elements. On average, the task was rated as easy/light. Physical elements ratings far better correlated with biomechanical data than operational ones. Integral L5-S1 joint moment was related with the rating of all physical elements considered, including asymmetry or effort suddenness, as well as various performance elements. Correlation between physical elements was higher than with operational elements. The efficiency, mastery, difficulty as well as general effort performance ratings appeared to integrate in different ways the various physical and operational elements.

Key words: Subjective rating, biomechanics, material handling.

INTRODUCTION

L'utilisation des échelles de perception en ergonomie origine principalement des travaux de Borg (1). La première échelle (CR 21), développée pour correspondre à des valeurs de fréquence cardiaque, était conçue pour utiliser la perception de l'effort global comme 'outil de mesure' de la charge de travail. Les études de validation conduites à partir de tâches dynamiques générales ont, à l'époque, donné d'excellents résultats; ils furent nettement moins convaincants lorsque des tâches comportant du travail local ou statique furent considérées. On a alors plus particulièrement cherché à vérifier si certains signaux jouaient un rôle prédominant dans la perception globale - aucun n'est ressorti systématiquement dominant (4) - et à comprendre comment les signaux étaient intégrés selon leur origine, centrale (cardio-respiratoire) ou locale. La perception a aussi retenu l'intérêt en tant que méthode pour évaluer des éléments difficilement mesurables, tel le confort. C'est alors plutôt l'identification des facteurs qui influencent la perception (2) et, plus récemment, les dimensions qu'elle intègre (5) qui ont retenu l'attention. De nombreuses études sur le travail des membres supérieurs et les outils ont en particulier été mené selon cette même perspective, à laquelle s'est ajoutée celle des études de corrélation perception/mesures (3). En manutention, la perception a surtout été abordée à travers la notion d'acceptabilité (études 'psychophysiques'), les valeurs considérées acceptables étant confrontées aux critères 'd'acceptabilité' des études physiologiques et biomécaniques. Les valeurs recommandées sont d'ailleurs basées sur leur combinaison.

Présentement, ce qui est perçu comme tel en manutention a été peu exploré, de même que les liens avec les mesures biomécaniques. La performance a surtout été abordée en tant que variable indépendante et non en tant qu'objet de perception. Or, la performance, telle qu'elle intéresse l'ergonomie, inclue aussi une dimension opératoire, à savoir comment la tâche est réalisée, et une dimension cognitive où un jugement est porté sur ce qui est réalisé. Les *objectifs* de l'étude étaient, d'une part, de vérifier les correspondances entre des éléments de perception de nature physique, mais aussi opératoire et de performance et des mesures biomécaniques, et d'autre part, de vérifier comment les éléments de perception opératoire et physique sont inter reliés et comment ils s'intègrent dans la perception de la performance.

MÉTHODE

Dix sujets mâles possédant une expérience minimale de 3 mois en manutention devaient transférer à 50 reprises, 3 charges de 15 Kg (dont une boîte excentrée) présentées dans un ordre aléatoire, d'une plate-forme située près du sol vers une autre, haute de 100cm, et située à gauche, à 160 cm. Les questionnaires utilisés exploraient, à l'aide d'échelles de perception CR-10, la perception d'éléments physiques (effort au dos, asymétrie d'effort, de posture, soudaineté), opératoires (équilibre, contrôle, fluidité) et de performance (maîtrise, efficacité, effort général, difficulté). Après chaque transfert des essais 1, 25, 49, 50, cinq minutes étaient prévues pour répondre au questionnaire complet. Pour les autres essais, 2 minutes étaient allouées après le 3^{ème} contenant. Des extraits du questionnaire complet étaient alors utilisés.

Des analyses de régression simple et multiple et le test de Kruskal Wallis ont été utilisées pour vérifier les correspondances entre les mesures et les évaluations de perception. Des corrélations de type Spearman ont été calculées entre les éléments de perception.

RÉSULTATS

Portrait général et impact de pratique et du contenant sur la perception

En moyenne, les intensités ont été cotées comme étant de niveau léger/ facile (2.2); 10.4% des fois l'intensité a été ≥ 4 (un peu intense) et 3.3%, ≥ 4 (intense à très intense). La dimension physique a été évaluée plus sévèrement (2 à 3.1) que l'opératoire (1.3 à 1.7). Sur

le plan de la performance, les sujets ont estimé avoir bien maîtrisé la situation (1.4) et avoir été efficaces (1.6), les niveaux d'effort général et de difficulté étant évalués à 2.9 et 2.2.

Correspondances entre perceptions et mesures biomécaniques

Éléments physiques: Pour l'effort global au dos, la meilleure corrélation (r : 0.55) a été obtenue avec l'intégrale du moment résultant en L5-S1 (Tableau 1). Les corrélations pour l'asymétrie d'effort sont aussi de l'ordre de 0.50, sauf qu'elle n'a été dite perçue que 28% des fois. Lorsque perçue, les valeurs biomécaniques diffèrent cependant significativement du groupe de réponses 'non perçue' pour un ensemble de paramètres. Pour l'asymétrie de posture, les corrélations sont du même ordre (e.g. 0.54 vs angle de torsion droite), sauf qu'elle n'a été perçue qu'une fois sur cinq; lorsque les données sont comparées selon qu'elle a été perçue ou non, les groupes ne diffèrent significativement que sur un paramètre (inclinaison à droite). Les résultats sont négatifs pour la soudaineté de l'effort.

Par la suite les correspondances avec des paramètres autres que ceux *a priori* directement concernés par la perception de ces éléments ont été vérifiées: Le moment résultant (f) s'est avéré corrélé avec tous les éléments de perception (effort maximum au dos: 0.62, asymétrie d'effort: 0.66; de posture: 0.73; soudaineté: 0.54). Les analyses de régression multiple ont montré qu'aucune combinaison de mesures n'améliorait de façon significative les corrélations.

Éléments opératoires : Les corrélations sont faibles et souvent non significatives, la meilleure corrélation étant de 0.24 (durée de l'essai vs fluidité). Bien qu'on ne trouve pas de corrélation entre la perception de l'équilibre et la force déséquilibrante, 9 de 10 sujets ont mentionné en cours d'entretien avoir eu à un moment ou à un autre une difficulté d'équilibre, jugée généralement sans conséquence. Elle a surtout été associée au contrôle du contenant. Il en est ainsi du contrôle (il n'a pas été trouvé corrélé aux calculs de jerk-cost): bien que dits peu fréquents, ces problèmes ont été rapportés comme parfois importants. Essentiellement associés au décentrage, la stratégie de contrôle dominante consistait à forcer plus d'un bras.

Tableau 1 Correspondances éléments physiques de perception vs données biomécaniques

Perception	Donnée bioméc.	r	Cote : mesure (σ)	% aug.	Kruskal W.
Dos: effort global (n=148)	M résultant: f	.55 ***	≤1 : 231 (70)	-	p≤ 0.001
			2 : 285 (66)	23	
			3 : 328 (49)	42	
			≥4 : 371 (55)	60	
Dos: effort max. (n=137)	M résultant: moy.	.25 ***			
	M résultant: max.	.32 ***			
	M résultant: max.	.40 ***	≤1 : 219 (23)	-	p≤ 0.001
		2 : 241 (30)	1		
		3 : 254 (33)	16		
		≥4 : 261 (27)	19		
Asymétrie d'effort (n=41)	M extension max.	.41 ***	≤1 : 31 (12)	-	p≤ 0.001
			2 : 56 (16)	80	
			3 : 58 (10)	87	
			≥4 : 64 (19)	106	
	M torsion droite: f	.50 ***	≤1 : 7 (2)	-	p≤ 0.01
			2 : 13 (7)	90	
			3 : 12 (6)	82	
			≥4 : 19 (11)	178	
		p≤ 0.001			p≤ 0.001

Éléments de performance: *A priori* aucune donnée biomécanique ne pouvait correspondre directement aux éléments de performance évalués. Cependant de nombreuses mesures biomécaniques sont apparues corrélés à divers degrés. C'est avec le moment résultant qu'on obtient les meilleures correspondances: effort général (0.66), difficulté (0.51). La seconde donnée la mieux corrélée est la durée de l'essai (effort général: 0.47; difficulté: 0.44)

Associations et intégration des divers éléments dans la perception

On constate que les perceptions sont associées entre elles souvent même fortement, surtout dans le cas des éléments physiques (sauf effort au dos vs soudaineté), les éléments opératoires apparaissant cependant moins fortement inter reliées (figure 1). Les corrélations entre les perceptions physiques et opératoires sont inférieures à 0.40, sauf pour le contrôle.

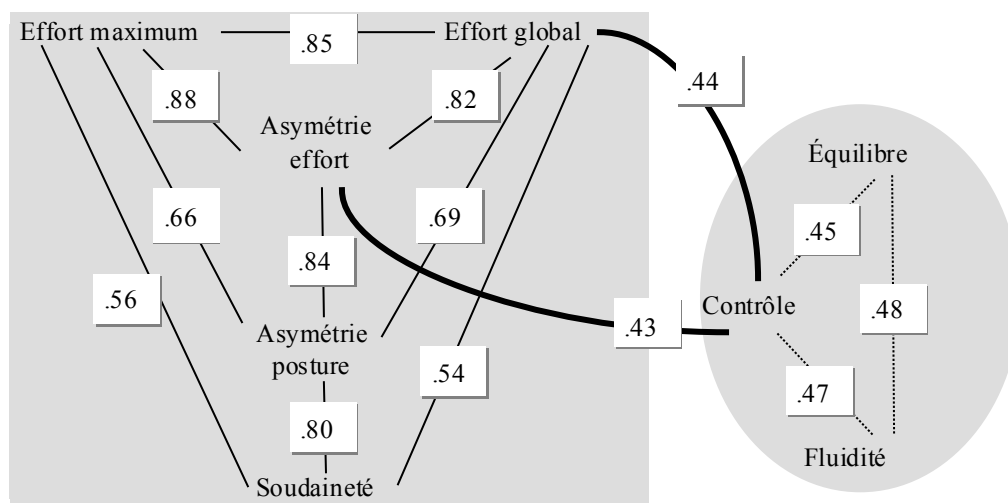


Figure 1 Corrélations ≥ 0.40 entre les perceptions physiques et opératoires

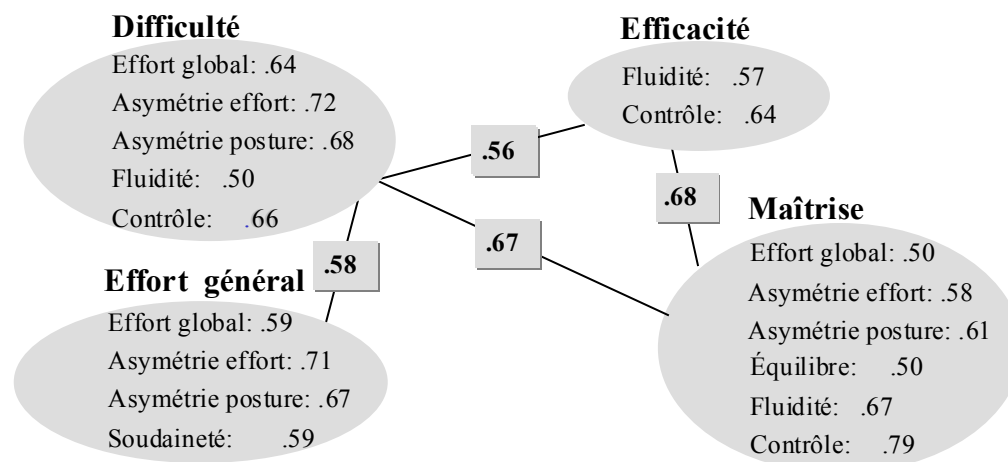


Figure 2 Intégration des éléments physiques et opératoires dans la perception de la performance ($r: \geq 0.50$)

Comme on peut le voir à la figure 2, la perception des éléments de performance est corrélée tant aux éléments physiques qu'opératoires, mais différemment selon les éléments considérés. Ainsi, la perception de l'effort général est surtout reliée aux divers éléments

physiques, alors que la perception de l'efficacité est de façon dominante reliée aux éléments opératoires. La perception de la difficulté, et dans une moindre mesure de la maîtrise, recouvre autant les éléments physiques qu'opératoires. Dans le cas de la maîtrise, les éléments opératoires, en particulier le contrôle, dominant toutefois. La perception de l'asymétrie apparaît influencer fortement sur la perception de la difficulté comme de l'effort.

DISCUSSION

La plus importante limite est sans doute le niveau de la difficulté de la tâche - facile - qui n'a pas permis d'obtenir une bonne distribution des valeurs sur l'ensemble des échelles. Il est aussi certain que les caractéristiques des sujets et de la situation étudiée ont influencé les résultats. S'ils n'ont aucune valeur prédictive, les relations établies sont toutefois plausibles.

La perception des éléments physiques, mais pas celle des éléments opératoires, apparaît raisonnablement reliée aux données biomécaniques. De façon générale, l'intégrale du moment résultant - donnée elle-même de nature intégrative - est ce qui est le mieux corrélé aux perceptions, y compris de performance. La perception des sujets apparaît ainsi sensible à l'effet de durée. Il semble aussi que le moment résultant influence la perception d'autres éléments physiques comme l'asymétrie et la soudaineté. Ces derniers seraient d'autant plus perçus que l'effort est important. D'ailleurs, les corrélations entre ces éléments de perception sont élevées. Ainsi, si les valeurs de perception ne peuvent être prédictives des contraintes mécaniques, on peut dire qu'une augmentation de l'intensité de perception augmente la probabilité d'avoir des contraintes plus élevées.

Les perceptions opératoires - mais les cotations moyennes étaient particulièrement faibles - apparaissent peu reliées aux données biomécaniques, du moins telles que mesurées ou calculées. De même, les perceptions physiques et opératoires ne sont pas fortement associées. Cependant, la corrélation contrôle vs asymétrie vs effort (0,43; 0,44) est corroborée par les entretiens où les sujets expliquaient compenser les difficultés de contrôle par un effort asymétrique au niveau des bras. Hormis ces éléments, les éléments opératoires échappent aux données expérimentales. Plus, semble-t-il que pour les éléments de performance, les sujets se montrant en particulier sensibles à l'effet de durée. Diminuer la durée d'effort est une constante du discours des manutentionnaires. Cependant, il apparaît clairement que la perception de la performance n'est pas que physique. Ainsi, la perception de la difficulté apparaît englober des éléments tant physiques qu'opératoires. Son potentiel de diagnostique est donc intéressant. Sur le terrain, une stratégie économique consisterait à interroger d'abord sur la difficulté, puis d'en vérifier les éléments. La perception d'efficacité et de maîtrise incluent un jugement du sujet sur sa performance qu'il serait pertinent de considérer dans un contexte de transformation ou formation. Il est plausible de penser qu'une façon de faire sera modifiée selon la perception que l'on a de son efficacité et de sa maîtrise.

RÉFÉRENCES

- (1) Borg G.A.V. (1962). Physical performance and perceived exertion. *Studia Physiologica et Pedagogica*, Series Altera, Investigationes XI, Gleerup, Lund.
- (2) Helander M.G., Zhang L. (1997). Field studies of comfort and discomfort in sitting. *Ergonomics*, vol.40, no.9, pp. 895-915.
- (3) Kihleberg S., Kjellberg A., Lindbeck L. (1995). Discomfort from pneumatic tool torque reaction: Acceptability limits. *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol.15, pp. 417-426.
- (4) Pandolf K.B., Billings D.S., Drolet L.L., Pimental N.A., Sawka. M.N. (1984). Differentiated ratings of Perceived exertion and various physiological responses during prolonged upper and lower body exercise. *European Journal of Applied Physiology*, vol. 53, no.1, pp. 5-11.
- (5) Zhang L., Helander M. G., Drury C. G. (1996). Identifying Factors of Comfort and Discomfort in Sitting. *Human Factors*, 38 (3): 377-389.