



IRSST

Institut de recherche en
santé et en sécurité
du travail du Québec

Profil-recherche 123

Positionnement des produits en entrepôt et charges sur la colonne

Responsable : Micheline Gagnon, Université de Montréal	Groupe de travailleurs concerné : Les manutentionnaires dans les entrepôts de produits alimentaires
Problème de santé : Les maux de dos	

L'origine et le contexte

D'après l'analyse statistique des lésions au dos, les secteurs d'activités où l'on observe le plus de tâches de manutention se retrouvent parmi ceux qui présentent la plus forte incidence de maux de dos. Or, les entrepôts de produits alimentaires présentent essentiellement des tâches de manutention : les travailleurs doivent décharger des camions de leurs contenants, principalement des boîtes, et les ranger par produit sur des étagères de différentes hauteurs. Par la suite, ces produits seront de nouveau chargés sur des camions pour être réexpédiés aux clients, et les employés doivent ranger ce qui reste sur des étagères. Les principaux mouvements sont donc des levées et des descentes de boîtes, qui demandent un effort sur la colonne et les épaules et une dépense d'énergie variant selon la masse manipulée, la hauteur de l'étagère et la nature de l'opération de manutention (levée ou descente).

Les objectifs

- Évaluer les charges lombaires, les efforts aux épaules et le coût énergétique associés aux opérations de manutention, en distinguant l'effet des masses manipulées, l'effet des différentes tâches (levées et abaissements) et l'effet de la hauteur des étagères;
- Déterminer un mode optimal de positionnement des contenants dans un entrepôt, soit le mode de positionnement qui permette de minimiser les charges au dos et aux épaules et les exigences énergétiques, tout en tenant compte des contraintes de positionnement par produit et d'économie d'espace;
- Développer un modèle de prédiction des charges exercées sur la colonne vertébrale (jonction lombo-sacrée), applicable en situation réelle et ne nécessitant que des mesures biomécaniques simples à effectuer.

La démarche

Les huit travailleurs d'une petite entreprise de distribution de produits alimentaires ont participé à cette étude biomécanique.

Cinquante opérations de travail ont été évaluées, soit cinq charges allant de 3,3 à 22 kg, cinq hauteurs d'étagères allant de 15 à 185 cm et deux tâches : levées et abaissements. Des analyses factorielles de variance ont permis d'examiner les effets de masses, de hauteurs et de tâches, produisant des résultats qui ont servi d'intrants pour l'optimisation linéaire du positionnement des produits dans l'entrepôt. En effet, pour chaque produit et pour chaque hauteur possible de positionnement, en tenant compte de la tâche à effectuer (levée ou abaissement), on a pu associer un coût (charge de compression, charge musculaire ou exigence énergétique), au moyen d'équations de régression dans lesquelles intervenaient les trois variables.

L'acquisition des données a été effectuée à l'aide de deux plates-formes de force placées sous les pieds du travailleur et de techniques cinématographiques. Les données du film et des plates-formes étaient synchronisées à partir d'un signal provenant de l'ordinateur. Les données filmées, quant à elles, ont été analysées avec un analyseur d'images et un crayon magnétique. Ensuite, les chercheurs les ont emmagasinées et traitées par ordinateur, à l'aide de logiciels développés au cours de recherches antérieures. Le traitement s'est effectué au moyen de trois modèles : un modèle dynamique segmentaire permettant d'évaluer les moments musculaires aux articulations; un modèle de chargement sur la colonne pour évaluer les forces en compression et en cisaillement au niveau lombo-sacré, ainsi que les forces musculaires des extenseurs et des fléchisseurs de la colonne; et enfin, un modèle pour l'évaluation du travail mécanique et des transferts d'énergie effectués par chaque articulation.

On a appliqué les processus d'analyse d'optimisation du positionnement, pour les hauteurs d'étagères déjà utilisées pour ce type de contenants et de tâches (15 et 147 cm), en effectuant des regroupements de produits en fonction de leur masse, de leur volume et de leur densité, dans le but de déterminer les tendances de classification qui permettent de minimiser les charges au dos, aux épaules ou à ces deux régions simultanément.

Enfin, des équations de prédiction de la charge maximale de compression ont été développées.

Les résultats

L'étude a révélé que la contribution relative des épaules diminue, en même temps que la contribution relative du dos et des hanches s'accroît, avec l'augmentation du poids manipulé. Par ailleurs, il apparaît que les abaissments sont presque aussi exigeants que les levées.

Les opérations de manutention effectuées sous la hauteur de la taille sollicitent surtout le dos et les hanches, mais également les genoux et les épaules, tandis que les opérations effectuées au-dessus de la taille sollicitent surtout les membres supérieurs, en particulier les épaules. À cause de cette concentration de l'effort dans une seule région, les opérations au-dessus de la taille peuvent comporter plus de risque, bien qu'elles soient moins coûteuses sur le plan énergétique.

Les membres inférieurs sont généralement très peu sollicités dans les opérations de manutention.

La recherche a aussi permis de constater que, pour optimiser les efforts fournis par les épaules, la plupart des produits lourds devraient être placés sur une étagère basse (15 cm), tandis que pour réduire les charges en compression sur le dos, ils devraient être placés sur une étagère haute (147 cm). Il n'existe donc pas de solution unique et idéale.

Il apparaît cependant que, quelque soit le critère d'optimisation utilisé, les positionnements déterminés ont produit une réduction des charges aux bras et au dos variant selon les étagères de 1 % à 15 % par rapport au positionnement actuel dans l'entreprise.

Enfin, la recherche a permis d'établir qu'il est possible de prédire la compression maximale au dos, à partir de variables simples mesurées sur le terrain.

Les principales conclusions

La recherche a permis de constater que les abaissments doivent être considérés au même titre que les levées, dans toute analyse des risques associés à la manutention de lourdes charges. Par ailleurs, il semblerait opportun de reconsidérer le rôle des jambes, actuellement assez peu sollicitées, dans les tâches de manutention, de façon à mieux distribuer les charges articulaires.

La conception des étagères doit s'orienter en fonction du principe selon lequel il faut minimiser les grands déplacements en hauteur (vers le haut ou vers le bas) avec de lourdes charges. L'installation d'une étagère au niveau de la taille des travailleurs serait souhaitable, mais elle peut donner lieu à des problèmes de réduction de l'espace de rangement.

Le prolongement et les retombées de la recherche

Des analyses se poursuivront pour examiner la conception optimale des étagères dans une perspective d'optimisation du rangement. Les résultats de cette étude pourront éventuellement être appliqués à d'autres entrepôts de produits alimentaires, et la méthodologie développée pourra être adaptée à d'autres secteurs d'activité. Il faut cependant souligner que les professionnels de la santé et de la sécurité ne doivent pas extrapoler les résultats obtenus dans cette recherche à des conditions autres que celles pour lesquelles les équations ont été conçues.