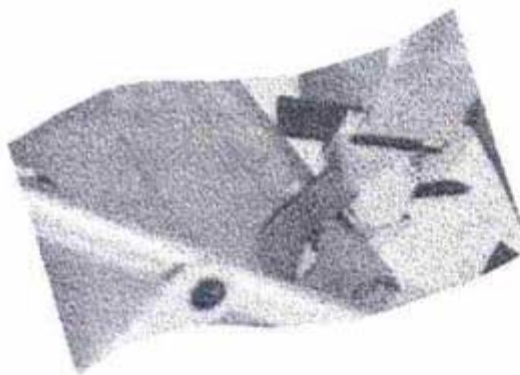


**Adaptation et validation
d'un harnais de manutention
pour les ambulanciers**



**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

Yves Beauchamps
Denis Lagacé
Martin C. Normand

Septembre 2000 R-250

RAPPORT



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

La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et finance, par subvention ou contrats, des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications.

Il est possible de se procurer le catalogue des publications de l'Institut et de s'abonner à *Prévention au travail* en écrivant à l'adresse au bas de cette page.

ATTENTION

Cette version numérique vous est offerte à titre d'information seulement. Bien que tout ait été mis en œuvre pour préserver la qualité des documents lors du transfert numérique, il se peut que certains caractères aient été omis, altérés ou effacés. Les données contenues dans les tableaux et graphiques doivent être vérifiées à l'aide de la version papier avant utilisation.

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec

IRSST - Direction des communications
505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1 551
Télécopieur: (514) 288-7636
Site internet : www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche en santé
et en sécurité du travail du Québec,

Adaptation et validation d'un harnais de manutention pour les ambulanciers

Yves Beauchamps,
École de technologie supérieure

Denis Lagacé et Martin C. Normand,
Université du Québec à Trois-Rivières

ÉTUDES ET RECHERCHES

RAPPORT

 Cliquez recherche
www.irsst.qc.ca

Cette publication est disponible
en version PDF
sur le site internet de l'IRSST.

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des auteurs.

Sommaire

Le secteur ambulancier n'échappe pas à la problématique des maux de dos, et ce principalement à cause des lieux difficiles d'accès, des charges lourdes à manipuler et des postures asymétriques. L'ensemble de ces facteurs et plusieurs autres rendent la tâche des ambulanciers à risques. Un relevé statistique de la C.S.S.T. sur la répartition des accidents de travail indemnisés pour le service ambulancier, survenus entre 1988 et 1990, révèle que 54 % des accidents de travail ont le dos comme siège de lésion. De ces statistiques, nous apprenons également que dans 57 % des cas le *genre* de blessure est attribuable à des efforts excessifs. De plus, dans 51 % des cas les principaux *agents causals* de ces accidents sont les postures asymétriques et les lourdes charges. Nous pouvons donc constater que les accidents de travail sont causés en grande partie par un effort excessif et asymétrique lors de la manutention de charges lourdes. Pour ces raisons nous croyons que l'utilisation d'un équipement de manutention spécialement conçu pour le transport des patients pourrait prévenir les accidents de travail des ambulanciers. L'objectif de ce présent projet de recherche est d'adapter et de tester en laboratoire ainsi qu'en situation réelle d'utilisation un harnais de manutention spécialement conçu pour le secteur ambulancier.

Afin d'évaluer efficacement le harnais bilatéral spécialement conçu pour les ambulanciers, nous avons utilisé une méthodologie en deux étapes. La première consistait à effectuer une évaluation biomécanique en laboratoire du harnais bilatéral. Par la suite, une évaluation terrain relative à l'utilisation du harnais de manutention en situation réelle fût réalisée auprès d'un groupe d'ambulanciers.

Pour la première étude un groupe de huit sujets expérimentés dans le domaine ambulancier se sont portés volontaires. Jumelés en équipe de deux, chacun des sujets a effectué, à partir des deux conditions de manutention, huit activités représentatives de l'accomplissement normal de leur tâche de travail. Au cours de ces activités le travail musculaire des extenseurs du tronc et des fléchisseurs des poignets était quantifié par électromyographie. Une civière chaise de 9 kg a été utilisée comme équipement de transport. Une masse de 80 kg était répartie sur cette civière chaise de façon à respecter le plus possible les proportions segmentaires d'une personne. L'analyse des résultats laisse voir une diminution significative du travail des muscles du dos (24 %) principalement attribuable à un travail plus symétrique et à des flexions du tronc moins importantes. Au niveau des fléchisseurs des poignets, l'utilisation du harnais réduit de 74 % l'utilisation des fléchisseurs des poignets. Il faut considérer les répercussions d'une telle diminution sur l'ensemble de la tâche de l'ambulancier. En effet, aux dires des ambulanciers, « c'est souvent les mains qui lâchent en premier » « on se blesse en essayant de récupérer la charge ». Avec l'utilisation du harnais l'ambulancier, utilise ses mains pour stabiliser la charge. Il est même souhaitable que, lors de la montée ou de la descente des escaliers, l'ambulancier utilise la rampe pour se faciliter la tâche.

Pour la seconde partie du projet, nous avons par la suite fait appel à sept (7) équipes d'ambulanciers expérimentés qui ont essayé le nouveau système dans des situations réelles de travail. Le site des essais consistait en un escalier intérieur d'une largeur approximative d'un mètre dont une première partie était droite, suivi d'un palier étroit et finalement d'un autre escalier doté de marches en forme de pointes. Une personne de 76 kg (165 lbs) servait de patient sur la civière. Les commentaires des ambulanciers ont été recueillis tout au long de l'expérimentation. Il ne présente pas de problème particulier à enfiler une fois ajusté à sa taille.

Les ambulanciers ont toutefois fait certaines recommandations quant à la conception et du design du harnais:

Globalement les commentaires sur l'utilisation du système sont très positifs. Pour n'en citer que quelques-uns:

- « Excellent projet »
- « Idéal pour une femme, avant je ne pouvais pas monter de reculons »
- « J'espère que cet équipement sera disponible bientôt »
- « Bon système de sécurité »
- « Merveilleuse idée! Merci »
- « Excellente répartition de la charge »
- « C'est génial d'avoir les deux mains libres, et beaucoup moins dangereux »
- « Bon outil de travail »

Du point de vue biomécanique, le prototype de harnais bilatéral offre une perspective intéressante et avantageuse au niveau de la symétrie et de l'ampleur du travail musculaire tant pour les extenseurs du dos pour les fléchisseurs du poignet. De plus, les utilisateurs du harnais bilatéral devraient recevoir une formation adéquate afin d'en optimiser l'utilisation.

Les essais en situations réelles ont permis de valider la pertinence d'utilisation du harnais lors de la manutention de la civière chaise dans les escaliers. Le commentaire à la question suivante résume très concrètement l'intérêt des ambulanciers à utiliser ce nouveau mode de manutention. A la question « seriez-vous prêt à utiliser ce système au travail? » Tous les ambulanciers ont répondu favorablement et seraient prêts à l'utiliser immédiatement.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Résumé	2
1.0 Introduction	4
1.1 Problématique de recherche	4
1.2 Présentation des modifications au harnais de déménagement	6
1.3 Stratégie de recherche privilégiée	6
2.0 Évaluation biomécanique en laboratoire du harnais ambulancier	7
2.1 Méthodologie	7
2.2 Résultats de l'évaluation biomécanique en laboratoire	10
2.3 Tests mécaniques sur le harnais ambulancier	11
2.4 Discussion de l'évaluation biomécanique en laboratoire	12
3.0 Évaluation globale du harnais ambulancier en situation réelle	12
3.1 Méthodologie	13
3.2 Situation actuelle de manutention	13
3.3 Procédure	14
3.4 Résultats du questionnaire	14
3.5 Description des activités de manutention	16
3.6 Commentaires concernant l'utilisation du nouveau harnais	17
3.7 Commentaires généraux d'utilisation du harnais	19
3.8 Recommandations techniques d'utilisation du harnais	19
3.9 Utilisation future du nouveau harnais	19
4.0 Conclusion	20
5.0 Avenues futures de recherche	20
Bibliographie	21

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1. Répartition des blessures chez les ambulanciers victimes d'accidents de travail entre 1998 et 1990	1
Tableau 2. Appréciation de la manutention de civière avec le harnais comparativement à la méthode actuelle	10
Tableau 3. Perception psychophysique	11

1.0 Introduction

1.1 Problématique de recherche

Le secteur ambulancier n'échappe pas à la problématique des maux de dos, et ce principalement à cause des lieux difficiles d'accès, des charges lourdes à manipuler et des postures asymétriques. L'ensemble de ces facteurs et plusieurs autres rendent la tâche des ambulanciers à risques. Un relevé statistique de la C.S.S.T. sur la répartition des accidents de travail indemnisés pour le service ambulancier, survenus entre 1988 et 1990, révèle que 54% des accidents de travail ont le dos comme siège de lésion (Tableau 1). De ces statistiques, nous apprenons également que dans 57% des cas le *genre* de blessure est attribuable à des efforts excessifs. De plus, dans 51% des cas les principaux *agents causals* de ces accidents sont les postures asymétriques et les lourdes charges.

Tableau 1

Répartition des blessures chez les ambulanciers victimes d'accidents de travail
entre 1998 et 1990

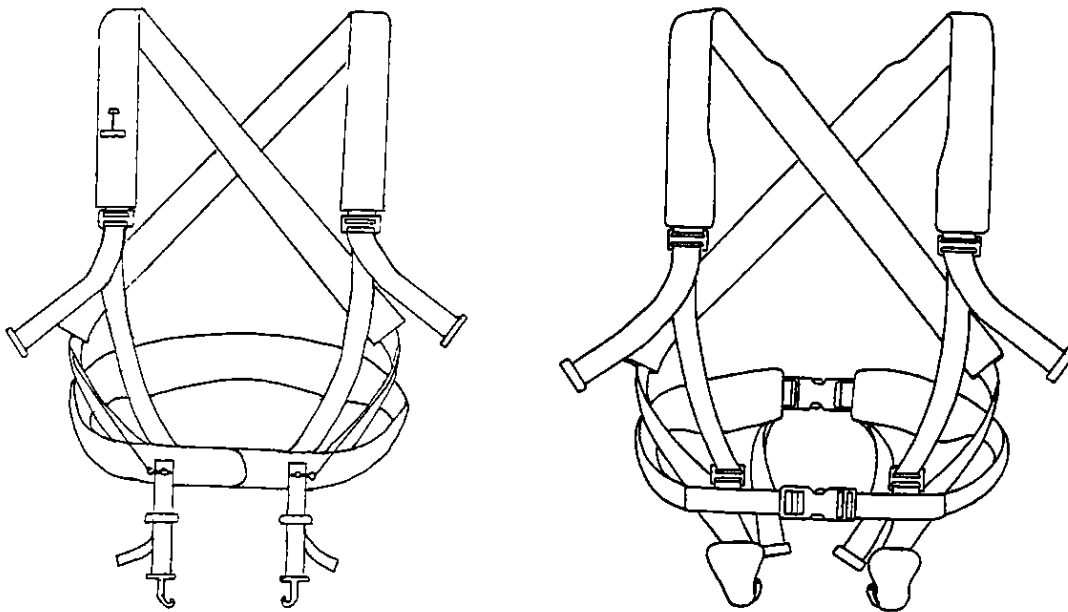
Nature	Genre	Agents	Siège	Âge
Entorse	Effort excessif	Postures asymétriques & Charges lourdes	Dos	20/44 ans
57%	57%	45%	54%	93%

Nous pouvons donc constater que, les accidents de travail sont causés en grande partie par un effort excessif lors de la manutention de charges lourdes. Pour ces raisons nous croyons que l'utilisation d'un équipement de manutention spécialement conçu pour le transport des patients pourrait prévenir les accidents de travail des ambulanciers. Plus spécifiquement, l'équipement doit s'adresser à la problématique du transport de patients dans les escaliers et s'adapter à la civière chaise déjà utilisée par les ambulanciers.

Dans une étude portant sur la validation d'un harnais bilatéral de manutention utilisé par les déménageurs, Normand, M.C., Beauchamp, Y., Brousseau, M. et Métivier, F. (1997) ont observé que l'utilisation d'un équipement spécialement conçu pour la manutention de meubles lourds réduisait de façon significative le travail des muscles du dos. En effet, le port d'un harnais bilatéral était la condition expérimentale qui offrait la plus faible contribution musculaire comparativement à la manutention sans équipement pour les muscles érecteurs du rachis et les biceps fémoraux. Les résultats de cette étude suggèrent donc l'utilisation de ce type d'équipement dans le but de diminuer les efforts des muscles du dos et conséquemment de réduire le risque de blessures musculo-squelettiques lors de tâches de manutention. L'objectif de ce présent projet de recherche est d'adapter et de tester en laboratoire ainsi qu'en situation réelle d'utilisation un harnais de manutention spécialement conçu pour le secteur ambulancier.

1.2 Présentation des modifications au harnais de manutention

Comme nous pouvons le remarquer à la Figure 1, la conception du harnais pour les ambulanciers (A) s'inspire du harnais bilatéral conçu pour les déménageurs (B). Les principaux matériaux utilisés sont le nylon pour l'ensemble des courroies d'une largeur de 6 cm sur épaules et de 4,5 cm en ce qui concerne les courroies d'ajustement. Les boucles d'ajustement situées au niveau de la poitrine sont en métal. La ceinture est constituée d'une bande élastique dont la taille est ajustée à l'aide d'une bande de velcro. Les crochets qui relient le harnais à la civière chaise sont en métal. La répartition de la charge de façon uniforme sur l'ensemble du corps représente le principe qui est à la base de la conception de ces harnais. La principale modification apportée au harnais pour les ambulanciers consiste dans l'ajout d'une courroie d'ajustement entre le harnais et la civière chaise.



A- harnais de manutention ambulanciers

B- harnais de manutention déménageurs

Figure 1 : Adaptation du harnais de manutention

1.3 Stratégie de recherche privilégiée

Afin d'évaluer efficacement le harnais bilatéral spécialement conçu pour les ambulanciers, nous avons utilisé une méthodologie en deux étapes. La première consistait à effectuer une évaluation biomécanique en laboratoire du harnais bilatéral. Par la suite, une évaluation terrain relative à l'utilisation du harnais de manutention en situation réelle fût réalisée auprès d'un groupe d'ambulanciers.

2.0 Évaluation biomécanique en laboratoire du harnais bilatéral

L'objectif de cette première étape consiste à tester l'hypothèse selon laquelle une différence significative peut être observée au niveau de l'effort musculaire lors du transport d'un patient à l'aide d'une civière chaise, ceci avec ou sans l'utilisation du harnais de manutention.

Les recherches antérieures démontrent qu'une réduction du moment de force au niveau L5/S1 et de l'activité musculaire (PUM) des érecteurs du rachis impliquent une diminution de la force de compression sur les disques intervertébraux. L'étude de Freivalds et collaborateurs (1984) a comparé l'électromyographie (EMG) des érecteurs du rachis recueillie au niveau de L3/L4 avec les forces de compression appliquées au niveau de L5/S1 lors d'un soulèvement de charge symétrique. Les résultats ont montré des corrélations élevées entre ces deux mesures, confirmant ainsi la relation entre la force de compression au niveau de L5/S1 et l'EMG des érecteurs du rachis. L'EMG de surface peut donc constituer un indicateur indirect de la force de contraction des muscles et des forces de compression exercées au niveau lombaire lors des soulèvements de charges dynamiques. Davis et Lind (1956) sont arrivés aux mêmes conclusions dans leurs études respectives. À partir de la pression intra-abdominale, ils ont observé une diminution des stress lombaires lors de l'utilisation d'un harnais, tant pour la manutention de téléviseurs que pour le déplacement de patients en centre hospitalier. Davis et ses collaborateurs (1977) ont utilisé la pression intra-abdominale comme un indicateur de l'importance de la force de compression sur les disques intervertébraux. Ils s'appuient sur la théorie selon laquelle, lorsqu'on soulève une charge lourde, les muscles du tronc et une partie des muscles abdominaux se contractent, provoquant ainsi une élévation de la pression à l'intérieur de la cavité abdominale (pression intra-abdominale). Les études antérieures (Métivier, Normand et Lagacé, 1995), ont aussi démontré que l'utilisation du harnais bilatéral de manutention favorise le travail symétrique et diminue les efforts des muscles paravertébraux. Pour ces raisons nous avons utilisé l'électromyographie de surface pour apprécier l'activité musculaire lors des différentes conditions expérimentales permettant ainsi de vérifier notre hypothèse de base.

2.1 Méthodologie

2.1.1 Sujets participants

Huit sujets expérimentés dans le domaine ambulancier se sont portés volontaires pour cette expérimentation. Les sujets ont été recrutés à la Coopérative des Ambulanciers de la Mauricie (CAM). Chacun d'entre eux a répondu à une anamnèse visant à déceler d'une manière subjective la présence de désordres musculo-squelettiques au niveau de la colonne vertébrale. Le consentement des sujets fut obtenu suite à l'explication de l'objectif de la recherche et du protocole expérimental. Jumelés en équipe de deux, chacun des sujets a effectué, à partir des deux conditions de manutention, huit activités de manutention représentatives de l'accomplissement normal de leur tâche de travail. Les sujets étaient rémunérés pour leur participation à l'étude.

2.1.2 Appareillage et mesures

Lors des différentes conditions expérimentales, l'électromyographie des érecteurs du rachis et des fléchisseurs du poignet fut recueillie à l'aide d'électrodes de surface. L'acquisition du signal EMG a été effectué à l'aide d'un système électromyographique portatif « Muscle Tester ME3000P » (Mega Electronics Ltd, Kuopio, Finlande). Le signal EMG fut échantillonné à une

fréquence de 1000 Hz, transformé en signal RMS et pondéré à tous les dixièmes de seconde pendant la période d'expérimentation. Cette procédure permettait une autonomie d'environ 3 heures et 36 minutes d'enregistrement de signal EMG. Des marqueurs ont été insérés dans l'enregistrement afin de délimiter le début et la fin de chaque condition expérimentale. Le signal numérique contenu en mémoire dans le système portable fut ensuite transféré dans un ordinateur PC à l'aide d'une fibre optique. Le signal rectifié a été transformé en pourcentage d'utilisation musculaire (PUM). Le PUM s'obtient à l'aide de l'équation suivante:

$$\frac{\text{Activation musculaire lors de la manutention}}{\text{Activation musculaire maximale}} \times 100 = \text{PUM}$$

L'activation musculaire maximale fut obtenue à l'aide de tests de force isométrique maximale dans le plan de mouvement spécifique à chacun des muscles mesurés afin de recueillir une valeur d'EMG correspondant à une contraction maximale volontaire. Ainsi à l'aide de ce type de mesure EMG, il nous était possible de comparer les implications musculaires des différentes conditions expérimentales étudiées.

Une civière chaise de 9 kg a été utilisée comme équipement de transport (Figure 2). Une masse d'environ 80 kg était répartie sur cette civière chaise de façon à respecter le plus possible les proportions segmentaires d'une personne. La charge totale statique que les sujets devaient soulever correspondait approximativement à 900 Newton.

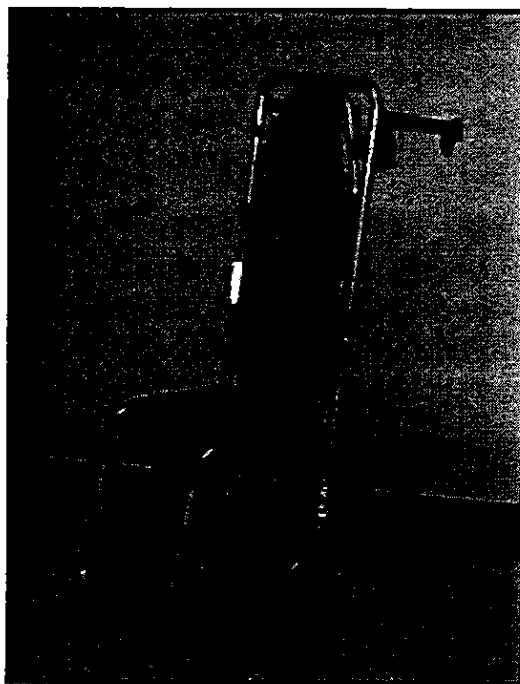


Figure 2 : Civière chaise utilisée par les ambulanciers

2.1.3 Plan expérimental et analyses statistiques

Cette étude comporte deux conditions expérimentales, soit la manutention exécutée à l'aide d'un harnais et la manutention sans harnais selon quatre activités (Figure 3). Ces activités sont : monter et descendre un escalier en transportant une civière chaise et ce, en position supérieure et en position inférieure. L'ordre de présentation des activités avec la combinaison des deux conditions expérimentales a été permuté de façon aléatoire pour contrôler les erreurs pouvant être reliées à la fatigue, à l'apprentissage et à un effet de séquence.

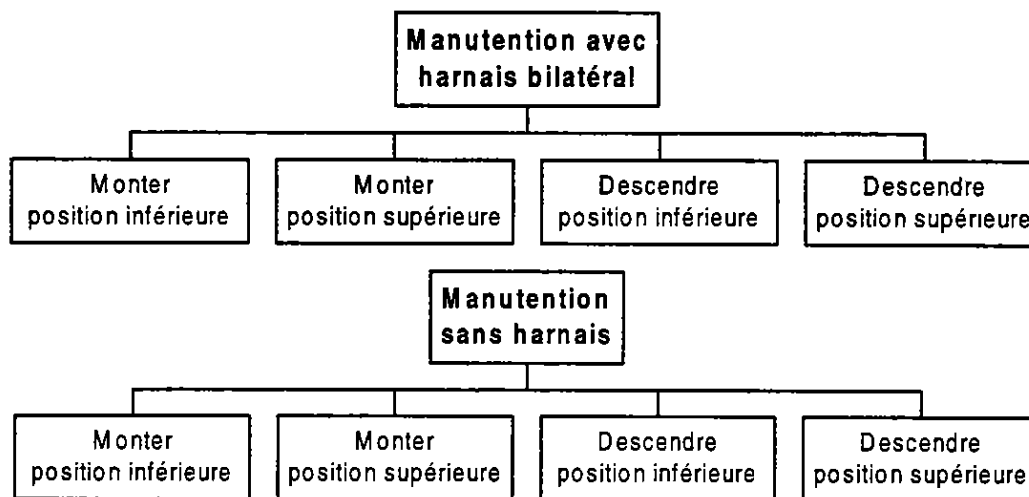


Figure 3 : Diverses conditions expérimentales avec et sans le harnais de manutention.

Une analyse de variance à mesures répétées « A x Br x Cr » a été réalisée. Les muscles, les situations avec le port du harnais bilatéral et sans harnais de même que les différentes activités correspondent respectivement aux variables A, B et C .

2.1.4 Procédure expérimentale

Avant la séance d'expérimentation, chaque sujet et son partenaire étaient invités à une séance préalable d'information et de familiarisation. Les composantes fonctionnelles du harnais bilatéral ainsi que le protocole expérimental furent alors expliqués. Quelques essais préparatoires de manutention d'une civière chaise ont également été réalisés afin de déterminer les ajustements nécessaires aux harnais.

Au début de l'expérimentation, chacun des sujets devait effectuer des tests de force isométrique maximale afin de recueillir une valeur d'EMG correspondant à une contraction maximale volontaire et ce, pour chaque muscle étudié. Préalablement, la peau était rasée au besoin et nettoyée avec de l'alcool afin de réduire l'impédance du système électrode-peau. Ensuite, des électrodes de surface ont été posées sur les points moteurs des érecteurs du rachis et des fléchisseurs du poignet. Dans un deuxième temps, afin de faire l'analyse de la sollicitation musculaire des différentes conditions expérimentales, chacun des sujets et son partenaire devaient monter et descendre l'escalier dans les positions inférieures et supérieures tels que spécifié ci-haut (Figure 3). Pour s'assurer de la reproductibilité des activités, nous avons

demandé aux sujets de conserver pendant la durée de l'expérimentation la même technique de travail. De plus, un certain synchronisme entre les partenaires était demandé afin de diminuer le risque de chute. Une pause d'environ 5 minutes fut allouée afin de laisser un temps de récupération aux sujets entre les activités.

2.2 Résultats de l'évaluation biomécanique en laboratoire

2.2.1 Efficacité du harnais bilatéral

Érecteurs du rachis. Les résultats obtenus démontrent une réduction significative ($p < 0,01$) de la sollicitation des muscles érecteurs du rachis lorsque les sujets portent le harnais bilatéral de manutention (Figure 4). En effet, la moyenne des PUM pour l'ensemble des sujets était de $24 \% \pm 4\%$ en présence du harnais alors que les conditions expérimentales où les sujets devaient transporter la civière chaise sans harnais sollicitaient les muscles érecteurs du rachis d'une manière beaucoup plus importante ($42\% \pm 7 \%$).

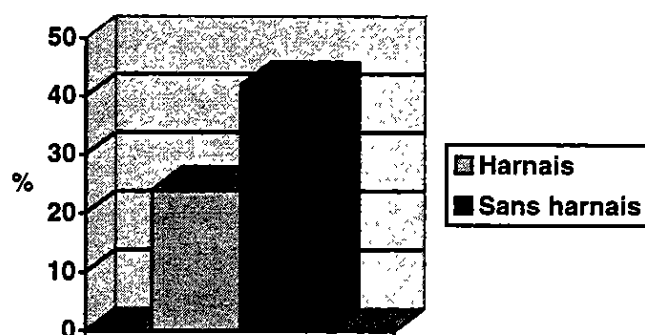


Figure 4 : Pourcentages d'utilisation musculaire des érecteurs du rachis les deux conditions expérimentales, toutes activités confondues.

*différence significative avec un $F(1, 4) = 44,79$. $P = 0,0026$

Les muscles érecteurs du rachis sont disposés anatomiquement de part et d'autre de la colonne vertébrale. Nous avons donc analysé l'effet du port du harnais bilatéral sur la symétrie de l'activité musculaire de ceux-ci. La Figure 5 illustre les PUM des érecteurs du rachis droits et gauches pour chacune des conditions expérimentales. Il n'y a pas de différence significative entre les érecteurs du rachis droit et gauche lors de la conditions expérimentale avec le harnais ($p = 0,0631$). La moyenne des PUM pour les érecteurs du rachis droit était de $24,1 \%$ alors que les érecteurs du rachis gauche démontraient une sollicitation musculaire moyenne de $24,8 \%$. En ce qui concerne la manutention de la civière chaise sans harnais, les érecteurs du rachis droit démontraient une activité musculaire plus importante (44%) comparativement aux érecteurs du rachis gauche quoique cette différence n'était pas significative

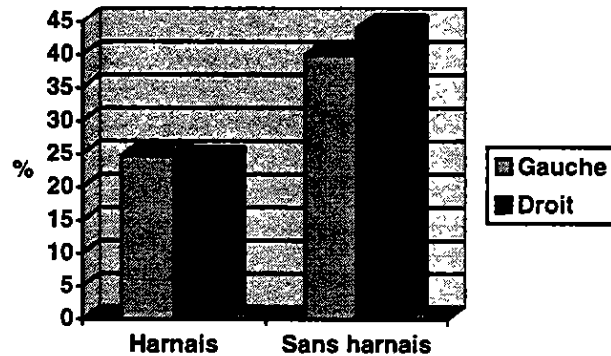


Figure 5 : Moyenne des PUM en fonction des conditions de manutention pour les érecteurs du rachis droit et gauche pour l'ensemble des activités.

Fléchisseurs du poignet. Les résultats concernant les fléchisseurs du poignet s'avèrent significatifs ($p < 0,001$) entre la condition de manutention de civière avec le harnais bilatéral et la manutention de cette même civière sans harnais. La Figure 6 illustre les résultats obtenus. La moyenne des PUM dans le premier cas était de 9,1 % lorsque sans harnais, la sollicitation musculaire moyenne était de 34,9 %.

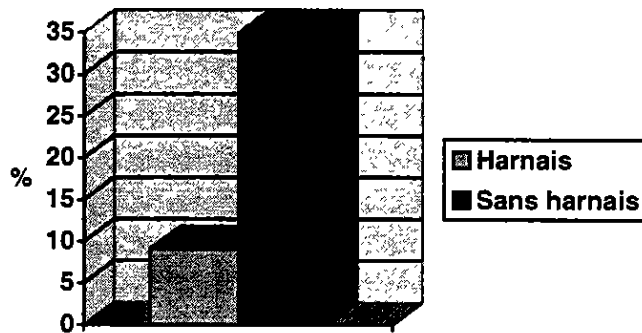


Figure 6. Moyenne des PUM pour les fléchisseurs du poignet en fonction des conditions expérimentales, et ce sans tenir compte des différentes activités.

* différence significative avec un $F(1, 4) = 471,5$ ($p=0,000$)

2.3 Tests mécaniques sur le harnais

Nous avons utilisé la procédure suivante pour vérifier la résistance mécanique statique maximale des matériaux et du matériel qui composent le harnais de manutention. Une machine de traction (tensiomètre) INSTRON fût utilisée pour simuler la charge supportée par le harnais. Cette machine possède une force nominale de traction de 150 000 Newton avec des possibilités

de lecture de charge en continu pour le monitoring du comportement du harnais jusqu'au moment ou ce dernier cède sous la charge.

Un premier montage fût conçu pour la pince supérieure de la machine sur laquelle a été fixée la partie supérieure du harnais. Il s'agit ici d'imiter dans une certaine mesure le rôle des épaules de l'ambulancier, en l'occurrence deux points d'appui pour le support de la charge. Un second montage fût conçu pour garder une certaine forme cylindrique du harnais tout au long du test, imitant ainsi le corps de l'ambulancier. Un dernier montage a servi de lien entre le crochet d'attache du harnais et la pince inférieure de la machine de traction.

Il n'existe pas de norme qui précise la force maximale que doit supporter ce type d'équipement. Les résultats des tests en tension démontrent qu'un harnais peut supporter avant rupture une force de 3225 Newton. Ce résultat semble satisfaisant dans la mesure où la charge (patient et civière chaise) se trouve répartie sur les deux harnais. De plus, si l'on considère uniquement la charge supportée soit environ 872 Newton, le harnais semble suffisamment solide.

2.4 Discussion de l'évaluation biomécanique en laboratoire

Les résultats obtenus en ce qui concerne la diminution du PUM des érecteurs du rachis, lors de l'utilisation du harnais bilatéral, peut s'expliquer en partie par une diminution de la flexion du tronc par rapport à la flexion demandée lors d'une manutention manuelle sans harnais. Cette diminution de l'angle de flexion du tronc provoque une réduction du bras de levier entre la charge et la colonne vertébrale et un déplacement du centre de gravité du tronc vers la colonne vertébrale. Il en résulte une diminution du moment de force exercé au niveau des vertèbres.

Au niveau des fléchisseurs des poignets, il est normal d'observer une telle diminution de l'effort musculaire. En effet, l'utilisation du harnais réduit de 74 % l'utilisation des fléchisseurs des poignets. Il faut considérer les répercussions d'une telle diminution sur l'ensemble de la tâche de l'ambulancier. En effet, aux dires des ambulanciers, « c'est souvent les mains qui lâchent en premier » « on se blesse en essayant de récupérer la charge ». Avec l'utilisation du harnais l'ambulancier, utilise ses mains pour stabiliser la charge. Il est même souhaitable que, lors de la montée ou de la descente des escaliers, l'ambulancier utilise la rampe pour se faciliter la tâche.

En comparant les résultats du PUM des érecteurs du rachis, on constate qu'il existe une faible activité musculaire asymétrique non significative (Figure 5). Ces résultats n'indiquent pas d'asymétrie évidente dans le travail des érecteurs du rachis. Cependant il serait intéressant d'étudier les répercussions de son utilisation sur les muscles du carré des lombes et des abdominaux, responsables de la torsion du tronc.

3.0 Évaluation globale du harnais ambulancier en situation réelle

Cette deuxième étape de notre étude avait pour objectif de valider auprès des ambulanciers le concept du harnais lors de son utilisation en situations réelles. Une évaluation terrain a été réalisée dans le but de mesurer les différentes perceptions chez les ambulanciers lors de l'utilisation du nouveau harnais selon différentes activités de transport de la civière chaise dans des situations réelles de travail.

3.1 Méthodologie

Une première étude terrain a servi à ajuster le prototype testé en laboratoire afin de s'assurer qu'il correspondait aux exigences réelles de la manutention de patient dans les escaliers à l'aide de la civière chaise. Ainsi, suite à la réalisation d'un premier prototype, trois séries d'essais avec une équipe d'ambulanciers nous ont amené à effectuer des modifications successives à l'interface chaise/harnais en fonction des commentaires recueillis. Ces modifications ont finalement permis d'identifier les caractéristiques du système de fixation du harnais sur la civière.

Nous avons par la suite fait appel à sept (7) équipes d'ambulanciers expérimentés qui ont essayé le nouveau système dans des situations réelles de travail. Le site des essais consistait en un escalier intérieur d'une largeur approximative d'un mètre dont une première partie était droite, suivi d'un palier étroit et finalement d'un autre escalier doté de marches en forme de pointes. Une personne de 76 kg (165 lbs) servait de patient sur la civière. Les commentaires des ambulanciers ont été recueillis tout au long de l'expérimentation. À la fin des essais, une évaluation terrain sous la forme d'un questionnaire fût administrée aux ambulanciers.

Quatorze (14) ambulanciers expérimentés, 11 hommes et 3 femmes, ont participé aux essais. Tous étaient à l'emploi d'une compagnie de la région de Montréal (Urgence santé). Les ambulanciers étaient âgés entre 26 et 43 ans (moyenne de 32,5 ans; $s=4,9$ ans), et leur expérience variait de 6 à 19 années (moyenne de 10,5 années; $s= 4,3$ ans). Le poids moyen des ambulanciers était de 87,5 kg; ($s= 23,8$ kg) pour une taille moyenne de 175,5 cm ($s= 8,3$ cm). Les sujets, tous volontaires, étaient rémunérés pour leur participation à l'étude.

3.2 Situation actuelle de manutention

La civière chaise est actuellement utilisée lorsque la situation des lieux physiques ne permet pas l'utilisation de la civière régulière. Cependant, le recours à la civière chaise n'est pas la seule alternative à la manutention d'un patient dans les escaliers. Un autre équipement communément appelé la « couche » ou sac d'évacuation peut être utilisé par certaines équipes sur une base régulière. Cet équipement est composé d'une toile munie de poignées sur laquelle est couché le patient qui est soulevé à l'aide des poignées.

Le transport d'un patient sur la civière chaise est effectué à bras par les deux techniciens. L'ambulancier situé à la tête de la civière saisit les poignées repliables prévues à cette fin tandis que son collègue, situé au pied, empoigne la barre transversale sur laquelle repose les pieds du patient. La méthode de travail consiste à attacher le patient sur la civière, de rouler celle-ci jusqu'à l'escalier et de là de soulever la civière pour la descendre manuellement jusqu'au prochain palier. Le technicien qui est au pied dépose alors la civière sur ses roues pour que le technicien qui est à la tête puisse rouler et tourner la civière sur le palier qui est généralement un endroit exigü. Le technicien au pied peut alors reprendre la civière et ainsi de suite jusqu'au bas de l'escalier.

Une méthode alternative utilisée par une équipe dont les deux membres souffraient d'une hernie discale consistait, pour le technicien au pied, à utiliser son genou comme point d'appui et de descendre la civière marche par marche.

3.3 Procédure

Les équipes d'ambulanciers ont été convoquées individuellement. À leur arrivée au laboratoire, chaque équipe devait se familiariser avec les caractéristiques fonctionnelles du nouveau harnais et les modifications apportées à la civière chaise. Cette procédure avait pour but de familiariser les ambulanciers avec le déroulement des essais et le questionnaire qui leur serait présenté à la fin des essais. Un premier essai de familiarisation était effectué à l'École de technologie supérieure dans un escalier bien dégagé. A ce moment les techniciens étaient informés des différentes procédures d'utilisation. Ces derniers portaient leurs vêtements de travail habituel d'été.

Par la suite, les ambulanciers se rendaient sur le site d'expérimentation situé dans un édifice à logements multiples à proximité de l'ÉTS. À ce stade, il était demandé aux ambulanciers d'effectuer deux montées et descentes dans des escaliers à pallier en alternant de position avec leur partenaire, ceci afin de pouvoir évaluer les différentes combinaisons possibles de manutention (monter de face, de dos; descendre de face, de dos). À la fin des deux essais, les ambulanciers devaient marcher sur le trottoir, toujours en transportant le patient, de face et de dos.

Finalement, de retour dans le laboratoire le questionnaire était de nouveau expliqué en détail et complété individuellement par chacun des membres de l'équipe d'ambulanciers.

3.4 Résultats du questionnaire

3.4.1 Classification des appréciations par activité

La première partie du questionnaire décrit, en comparaison avec la méthode que les ambulanciers utilisent actuellement, l'appréciation que ces derniers ont du système harnais/civière pour chacune des activités suivantes : monter de face, monter de dos, descendre de face, descendre de dos, ainsi que marcher de face et marcher de dos. Le Tableau 2 résume les appréciations des ambulanciers.

Tableau 2

Appréciation de la manutention de civière avec le harnais
comparativement à la méthode actuelle

Activité	Pourcentage	n	Qualificatif
Monter de face	93%	13/14	Beaucoup mieux
	7%	1/14	Légèrement pire
Descendre de face	100%	14/14	Mieux ou beaucoup mieux
Monter de dos	86%	12/14	Mieux ou beaucoup mieux
	7%	1/14	Légèrement mieux
	7%	1/14	Légèrement pire
Descendre de dos	100%	14/14	Mieux ou beaucoup mieux
Marcher de face*	92%	11/12	Mieux ou beaucoup mieux
	8%	1/12	Légèrement mieux
Marcher de dos*	83%	10/12	Mieux ou beaucoup mieux
	8%	1 /12	Légèrement mieux
	8%	1/12	Légèrement pire

*seulement 12 ambulanciers ont répondu aux questions pour ces activités

3.4.2 Perception psychophysique

La deuxième partie du questionnaire consiste en une grille psychophysique où les ambulanciers devaient indiquer leur appréciation subjective du nouvel équipement en fonction du niveau de confort, de la maniabilité, de la facilité d'utilisation ainsi que face à leur sentiment de sécurité par rapport à ce système. Les résultats sont exprimés en pourcentage, de 0 % (médiocre) à 100 % (excellent). Le Tableau 3 résume la perception psychophysique des ambulanciers

Tableau 3

Perception psychophysique

Pourcentage	Écart-type	Aspect évalué
84,9%	13,5	Niveau de confort
81,5%	18,3	Maniabilité
84,7%	17,6	Facilité d'utilisation
96,6%	4,6	Sentiment de sécurité

3.5 Description des activités de manutention

3.5.1 Monter de face

L'activité de monter de face exige un dégagement maximum vers le haut de la barre transversale, ceci afin de fournir aux cuisses le dégagement nécessaire à la flexion lors des montées et descentes. Pour permettre l'arrimage entre la ceinture et le bas de la civière nous avons dû rajouter des boucles sur les crochets au pied de la civière ce qui a eu comme effet d'allonger de 4 cm la distance minimum entre l'attache du harnais et le pied de la civière. Par conséquent, le dégagement fut diminué d'autant. La stratégie d'utilisation prévue pour régler ce problème fut de resserrer les sangles de poitrine afin de soulever un peu plus haut toute la ceinture et la barre. Ce compromis, accepté par la majorité des ambulanciers fut satisfaisant dans la mesure où les sangles de poitrine furent assez longues pour le permettre. Des boucles situées plus haut permettrait une plage d'ajustement plus large et la possibilité de soulever plus haut, surtout pour les personnes de petite taille.

La nécessité de soulever la civière assez haute est nécessaire pour parvenir à dégager suffisamment les roues afin d'éviter qu'elles ne touchent aux marches. Cet aspect est très important notamment pour les personnes de petite taille qui ne peuvent au départ soulever très haut la civière chaise d'où l'importance d'offrir la possibilité de raccourcir les sangles de poitrine.

3.5.2 Monter de dos

Pas de problème majeur à ce niveau. Les boucles au bout des poignées offrent un bon dégagement pour les cuisses en montée et une bonne visibilité pour les pieds en descente. Un commentaire porte à croire que dans un endroit très exigu l'ambulancier n'aura d'autre choix que d'entrer entre les deux poignées puisqu'il y est attaché, plutôt que tenter de saisir la civière en se tenant sur le côté de celle-ci.

Une solution alternative intéressante à la montée de dos a été suggérée par un ambulancier. Cette alternative consistait à monter les escaliers de face en utilisant le harnais à l'envers. Cette variation de mode de manutention fût testée par quelques ambulanciers et s'est avérée efficace puisqu'elle offre notamment une meilleure stabilité en montée et un risque moindre de déséquilibre vers l'avant. De plus, elle est beaucoup moins pénible pour les jambes puisqu'elles travaillent plus naturellement. Finalement, les mains sont complètement libres en cas de besoin pour s'appuyer sur la rampe, les murs ou amortir une chute vers l'avant.

Cette méthode comporte cependant différents inconvénients. Le premier, concerne l'inconfort au niveau du dos de l'ambulancier car lorsqu'il soulève la civière cette dernière vient s'appuyer dans le dos de l'ambulancier. Un autre inconvénient majeur implique la difficulté pour les ambulanciers à communiquer entre eux, le technicien situé en position haute est alors de dos au technicien situé en position base. De plus, cette alternative de manutention ne permet pas à l'ambulancier de regarder le patient lors de la montée.

3.5.3 Descendre de face

Cette position de manutention ne présente pas de problème car les boucles au bout des poignées offrent un bon dégagement pour les jambes et une bonne visibilité des marches.

3.5.4 Descendre de dos

Même problématique que pour monter de face. Beaucoup moins de problèmes si le technicien peut faire remonter la barre assez haut pour dégager ses cuisses. Ceci évite aussi que les attaches frottent sur les cuisses, ce qui provoque une douleur.

3.5.5 Les activités de marcher

Il est inutile ici de faire une distinction entre marcher de face et de dos puisque ce celle-ci dépend de l'orientation que prend l'équipe pour marcher. Les ambulanciers notent que la civière est très stable et qu'elle n'a pas tendance à renverser. Globalement ces activités ne présentent pas de problème particulier si ce n'est qu'au pied de la civière chaise où la barre doit aussi être bien surélevée. Il faut noter cependant que certaines équipes rapportent que si la distance à parcourir est grande, les deux ambulanciers se placeront de façon à faire face à la route plutôt que devoir marcher de reculons. Dans cette situation, ni le technicien à la tête ni celui aux pieds ne pourra se placer ainsi tout en restant attaché à la civière. Un des deux devra faire le travail sans l'aide du harnais.

3.6 Commentaires concernant l'utilisation du nouveau harnais

Cette section présente les commentaires rapportés par les ambulanciers tout au long de l'expérimentation ainsi que ceux recueillis à l'intérieur des questionnaires.

3.6.1 Conception et design; Le harnais

Globalement, aucun problème majeur n'est apparu concernant le harnais lui-même. Il ne présente pas de problème particulier à enfiler une fois ajusté à sa taille. Voici les principales recommandations quant à la conception et du design du harnais:

- 1) Au niveau des différentes tailles offertes, notre échantillon de sujets, lequel s'étendait de 1m 63 à 1m 88 et ayant un poids variant de 66 kg à 141 kg, nous a permis de constater les points suivants: Le plus grand modèle était trop petit pour les fortes tailles. En effet, chez certains techniciens, il était impossible d'attacher le Velcro™ sur le devant. Ce qui en soit ne pose pas de problème majeur à l'exception des boucles qui sont situées sur les côtés car ces dernières ne sont plus facilement accessibles.
- 2) À l'opposé, le petit modèle n'offrait pas assez de course au niveau de l'ajustement des sangles situées sur le devant. En effet, lorsque l'ambulancier désirait raccourcir au maximum ses sangles pour soulever au maximum la civière (voir « Monter de face » ci-après) les boucles de blocage étaient trop basses.
- 3) Toujours concernant le Velcro™ situé à la taille, certains ambulanciers ont noté qu'une fois en tension celui-ci avait tendance à vouloir se détacher. Cet inconvénient apparaît uniquement pour le technicien situé à la tête de la civière chaise, ainsi, tout ambulancier qui aura les hanches plus étroites que la largeur des poignées verra la résultante des forces se diriger vers le bas ce qui peut entraîner le détachement du Velcro™. Mise à part la surprise

que cela provoque, il en résulte une baisse de la hauteur de boucles et le besoin de les réajuster.

- 4) Au niveau de l'appui du harnais trois ambulanciers ont rapporté avoir eu des douleurs au niveau des épaules et suggèrent un meilleur rembourrage. Du reste, le résultat de la perception psychophysique concernant le niveau d'inconfort reflète qu'il n'y a pas d'autre problème.

3.6.2 Conception et design; L'interface harnais-civière

Dans l'ensemble le système d'attache entre le harnais et la civière semble adéquat. Les observations suivantes ont été recueillies suite aux essais de manutention dans les escaliers:

- 1) Le déplacement des boucles d'attache de la tête de la civière à l'extrémité des poignées a permis une augmentation du dégagement des genoux lors de la descente de face tout en augmentant la visibilité.
- 2) Un des problèmes apparus lors des essais préliminaires concernait le système de crochets au pied de la civière. En effet, la difficulté de se détacher facilement et rapidement en plus de l'obligation d'utiliser ses deux mains en affectait grandement l'efficacité. L'ajout de deux boucles attachées directement aux crochets en place a considérablement augmenté la convivialité d'utilisation. Cette amélioration de l'efficacité compense nettement pour l'augmentation de la longueur induite par ces boucles et les inconvénients qui en résultent.
- 3) Le problème le plus important qui surgit lors de ces essais fût la présence des attaches qui fixent les crochets sur la barre transversale au pied de la civière. Ces deux protubérances gênaient le mouvement des cuisses et provoquaient des points de pressions si la barre n'était pas assez soulevée.
- 4) Il est de plus apparu que la longueur de courroie utilisable pour ajuster les boucles coulissantes était insuffisante. Quelques commentaires rapportent à ce propos qu'il est difficile de s'attacher au pied de la civière parce l'ambulancier doit s'en approcher de trop près. Finalement, nos observations nous portent à croire qu'il n'est pas nécessaire de fournir une quelconque forme de poignée sur ces courroies. Tous les ambulanciers ont été informés de se mettre au plus court possible avant de soulever la civière. Cette façon de procéder élimine le besoin de soulever la civière pour se raccourcir, la courroie en elle même offre alors une prise suffisante.
- 5) Une technicienne a également découvert une autre façon d'utiliser le harnais. La civière est généralement transportée jusqu'au patient en position repliée. Cette position la rend relativement compacte mais elle est alors manipulée d'une main et transportée sur l'épaule ce qui peut être fatigant si le nombre d'étages à monter est important. L'idée lui est donc venue d'attacher la civière, toujours en position fermée, par une seule boucle sur un seul côté du harnais. De cette façon, il est possible de transporter aisément la civière, son poids étant absorbé par le harnais, il ne reste plus qu'à maintenir l'équilibre de la civière qui est en appuis sur l'épaule.

3.7 Commentaires généraux d'utilisation du harnais

Globalement les commentaires sur l'utilisation du système sont très positifs. Pour n'en citer que quelques-uns :

- « Excellent projet »
- « Idéal pour une femme, avant je ne pouvais pas monter de reculons »
- « J'espère que cet équipement sera disponible bientôt »
- « Bon système de sécurité »
- « Merveilleuse idée! Merci »
- « Excellente répartition de la charge »
- « C'est génial d'avoir les deux mains libres, et beaucoup moins dangereux »
- « Bon outil de travail »

Malgré tous ces commentaires fort prometteurs, il subsiste quelques problèmes. Il apparaît que la position la plus problématique est celle au pied de la civière. Les raisons sont les suivantes : une plus grande proportion du poids y est répartie et la hauteur à laquelle se retrouve la barre est déterminante pour le confort durant le transport. La position à la tête de la civière est de l'avis de tous très confortable et beaucoup plus facile.

3.8 Recommandations techniques d'utilisation du harnais

- Allonger de quelques centimètres la courroie d'ajustement des boucles coulissantes.
- Éliminer les poignées sur cette courroie.
- Remonter plus haut les boucles d'ajustement sur la poitrine afin d'offrir une plus grande marge d'ajustement.
- Modifier le système d'attache des boucles au pied de la civière afin d'éviter les douleurs aux cuisses.
- Offrir une taille extra-grande (4 tailles; petit, moyen, grande et extra-grande)
- Ajouter une sangle munie d'une boucle d'attache rapide ajustable (genre sac à dos) sur le Velcro™ du devant. Ceci afin de maintenir le Velcro™ fermé lors des mises sous tension.
- Définir clairement les modes d'opérations et les limites du système (i.e. monter de face à la tête, transporter la civière repliée, mode opératoire dans des endroits exigus, etc.)

3.9 Utilisation future du nouveau harnais

Questionnés à propos de l'utilisation future de cet équipement, les ambulanciers n'ont pas anticipé de problème qui pourrait surgir. Plusieurs croient qu'un harnais personnel une fois bien ajusté ne sera pas une tâche de plus à effectuer et qu'après que la situation du patient et la disposition des lieux seront connues, le harnais sera une option de plus dans le choix du transport du patient.

Certains techniciens ont fait mention qu'il n'utiliserait peut être pas cet équipement lors de situations où la survie du patient dépend de la rapidité de l'intervention. D'autres rapportent qu'avec l'entraînement, la découverte de « trucs d'utilisation » et le développement de la coordination avec le partenaire, le nombre de situations où ils utiliseront ce système pourrait augmenter avec le temps.

4.0 Conclusion

Du point de vue biomécanique, le prototype de harnais bilatéral offre une perspective intéressante et avantageuse au niveau de la symétrie et de l'importance de la réduction du travail musculaire tant pour les érecteurs du rachis que pour les fléchisseurs du poignet. Cette diminution du travail musculaire, principalement au niveau de l'avant-bras, rendra la manipulation des civières beaucoup plus sécuritaire. De plus, les utilisateurs du harnais bilatéral devraient recevoir une formation adéquate afin d'en optimiser l'utilisation.

Les essais en situations réelles ont permis de valider la pertinence d'utilisation du harnais lors de la manutention de la civière chaise dans les escaliers. Le commentaire à la question suivante résume très concrètement l'intérêt des ambulanciers à utiliser ce nouveau mode de manutention. A la question « seriez-vous prêt à utiliser ce système au travail? » Tous les ambulanciers ont répondu favorablement et seraient prêts à l'utiliser immédiatement. Pour éviter l'ensemble des problèmes reliés à l'ajustement il serait préférable que le harnais soit d'utilisation personnelle et non pas dédié aux ambulances.

5.0 Avenues futures de recherche

Les résultats de l'étude biomécanique ainsi que des tests en situations réelles d'utilisation nous ont permis de constater la pertinence de l'utilisation d'un harnais de manutention spécialement adapté pour les ambulanciers pour la manutention de patients dans les escaliers à l'aide de la civière chaise. Nous croyons que le projet devrait être poursuivi dans une deuxième phase afin de permettre le développement d'un modèle de harnais final. De plus, le harnais devrait être tester en situation réelle d'utilisation auprès d'un plus grand nombre d'ambulanciers et ce sur une plus longue période de temps.

Une autre avenue future de recherche pourrait consister dans l'adaptation et la validation du harnais bilatéral comme mécanisme d'ancrage à l'intérieur des l'ambulances pour assurer la sécurité des techniciens lors de manœuvres spécifiques au moment du transport du bénéficiaire.

Bibliographie

Davis, P. R. (1956). Variations of the intra-abdominal pressure during weight lifting in various postures. Journal of Anatomy 90: 601 -610.

Davis, P. R. et Stubbs, D. A. (1977). Safe levels of manual forces for young males. Applied Ergonomics 8: 141 - 150.

Freivalds, A., Chaffin, D. B., Garg, A. et Lee, K. S. (1984). A dynamic biomechanical evaluation of lifting maximum acceptable loads. Journal of Biomechanics 17: 251-262.

Métivier, F. Normand, M.C. et Lagacé, D. (1995). Évaluation biomécanique d'un nouvel équipement de manutention des charges pour les déménageurs de meubles. Travail et santé 11, No 4: 23-26.

Normand, M.C., Beauchamp, Y., Brousseau, M. et Métivier, F. (1997). Validation d'un équipement de manutention des charges pour les déménageurs et les livreurs de meubles, IRSST.

Remerciements

Nous tenons à remercier les collaborateurs suivants qui nous ont permis de réaliser notre étude.

Martin Brousseau : Professionnel de recherche ETS

Raynald Gauvin : Technicien au département de génie mécanique UQTR

Danik Lafond : Étudiant maîtrise en science de l'activité physique UQTR