

Prévention des Troubles Musculo-Squelettiques: effet de la posture de travail sur l'activité du trapèze supérieur

De l'analyse aux propositions concrètes

Musculoskeletal disorders prevention: effect of working posture on upper trapezius activity level

From scientific analysis to practical proposals

GRÉGOIRE MITONNEAU, PhD^{1,2}; NICOLAS FORESTIER, PhD¹; ROMAIN TERRIER, PhD^{1,2}

- 1 Laboratoire Interuniversitaire de Biologie de la Motricité (E.A. 7424), Département des Sciences et techniques des Activités Physiques et Sportives, Université Savoie Mont-Blanc, France
- 2 CEVRES Sante, Savoie Technolac – BP 70322, le Bourget du Lac, France

Liens d'intérêt: Gégroire Mitonneau et Romain Terrier sont salariés de la société CEVRES qui intervient notamment dans le domaine de la prévention des Troubles Musculo-Squelettiques en entreprise. Ce lien d'intérêt n'a pas influencé la nature et la qualité des données présentées. Nicolas Forestier n'a aucun lien d'intérêt.

Keywords

Musculoskeletal disorders, Upper trapezius, electromyography, posture, awareness, prevention, ergonomics

Mots clés

Troubles Musculo-Squelettiques, trapèze supérieur, électromyographie, posture, sensibilisation, prévention, ergonomie

Abstract

Introduction: Musculoskeletal disorders account for 85% of occupational diseases and more than one employee out of two suffers from this kind of problem. Upper trapezius myalgia, which is the consequence of continuous muscular activation, is one of the most frequent. Few studies have investigated the effect of posture on upper trapezius muscles solicitation activity level when performing a repetitive task, even though this type of data could be particularly useful for prevention. The main objective of this study was to investigate the impact of the work posture (sitting vs. standing) on the level of upper trapezius activity.

Method: A group of 11 asymptomatic subjects (4 females, 7 males; 41 ± 9.5 years; 79.4 ± 14.3 kg; 168.5 ± 9.2 cm) from six industrial companies located in took part in this study. Each subject was involved in repetitive tasks with short cycle time (less than 10 seconds). All the workstations allowed sitting and standing postures. Muscle activity data from right and left upper trapezius were collected at a frequency of 1000 Hz. Results.

Résumé

Introduction: les Troubles Musculo-Squelettiques représentent 85 % des maladies professionnelles et plus d'un salarié sur deux souffre de ce type d'affection au travail. Parmi les plus courantes, la trapézalgie est une conséquence de la sollicitation continue des trapèzes supérieurs. Peu d'études se sont intéressées à l'effet de la posture sur la sollicitation des trapèzes supérieurs lors de la réalisation d'une tâche répétitive, alors même que ce type de données pourrait s'avérer particulièrement utiles aux préventeurs. L'objectif principal de cette étude consistait à étudier l'impact de la posture de travail (assises vs debout) sur le niveau de sollicitation des trapèzes supérieurs.

Méthode: un groupe de 11 sujets asymptomatiques (4 femmes, 7 hommes; 41 ± 9.5 ans; 79.4 ± 14.3 kg; 168.5 ± 9.2 cm) issus de six entreprises industrielles localisées en région Rhône-Alpes a participé à cette étude. Chaque sujet était impliqué dans la réalisation de tâches répétitives avec un temps de cycle court (inférieur à 10 secondes). Les postes devaient tous être associés à une activité de montage, d'assemblage ou d'emballage et autoriser une réa-

Data showed a positive effect of standing posture compared to sitting posture on the level of activity of upper trapezius (-50.24%) when performing a repetitive task. Thus, the inclusion of standing work periods therefore appears to represent an interesting way to prevent upper trapezius myalgia.

Discussion : We think that our data highlighted an interesting and unused way to prevent upper trapezius myalgia. However, even if it seems easy to implement, it needs to influence the behavior of employees. We therefore think it's essential to rely on practical awareness sessions.

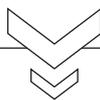
Conclusion : EMG biofeedback seems particularly interesting to objectively demonstrate the benefits of the standing posture on the level of upper trapezius activity. Further works will focus on analyzing the value of this type of educational tool on the behavior of employees and the medium / long term effects on the felt pain and discomfort.

lisation des tâches en posture assise comme debout. Les données d'activité musculaire des trapèzes supérieurs droit et gauche ont été recueillies à une fréquence de 1000 Hz.

Résultats : les données recueillies ont permis de mettre en évidence un effet positif de la posture debout par rapport à la posture assise sur le niveau d'activité des trapèzes supérieurs (-50%) lors de la réalisation d'une tâche répétitive. Ainsi, l'inclusion de périodes de travail debout semble donc représenter un moyen de prévention des trapézalgies et douleurs associées.

Discussion : ce levier de prévention sous estimé et en apparence simple nécessite d'influencer le comportement des salariés. Nous pensons donc nécessaire de s'appuyer sur des phases de sensibilisation les plus pragmatiques possibles.

Conclusion : Le biofeedback EMG in situ semble particulièrement intéressant pour objectiver de manière incontestable le bénéfice de la posture debout sur le niveau de sollicitation des trapèzes supérieurs. De futurs travaux s'attacheront à analyser l'intérêt de ce type d'outil pédagogique sur le comportement des salariés, ainsi que les effets à moyen/long terme sur les douleurs et gênes ressenties.



Introduction

Les Troubles Musculo-Squelettiques (TMS) représentent la première cause de Maladie Professionnelle (MP) en Europe. Malgré la diversité des moyens de reconnaissance des TMS au sein des différents pays européens, ce type d'affection représente la moitié des MP⁽¹⁾. En France, 85 % des MP reconnues le sont au titre de cinq tableaux consacrés aux TMS⁽²⁾. Si l'ampleur des chiffres relatifs aux MP est importante à considérer, il semble inadapté de la considérer comme l'indicateur privilégié de suivi de la problématique TMS en entreprise.

D'une part, ces données « administratives » ne reflètent pas forcément les douleurs et gênes réelles ressenties par les salariés, et la problématique s'avère largement plus large. A titre d'exemple, les travaux de *Roquelore et al.*⁽³⁾ ont permis de mettre en évidence que, sur une population de 2685 personnes, plus de 50 % de l'effectif avait été concerné par des symptômes caractéristiques de TMS du membre supérieur dans l'année précédent l'inclusion dans cette étude, ce qui dépasse largement l'effectif concerné par une MP.

D'autre part, des données issues d'une collaboration entre notre groupe de recherche et un groupe industriel Français d'envergure nous ont permis de constater, sur une population de 562 personnes, que la hiérarchisation des problématiques identifiées diffère largement suivant si l'on se réfère aux données officielles (MP) ou aux informations de gênes et douleurs prélevées à la source en atelier via des entretiens individuels. 41 % des MP reconnues sont des syndromes du canal carpien, 23 % des épicondylalgies, et 6 % des syndromes de la coiffe des rotateurs. On pourrait dès lors imaginer que les syndromes du canal carpien constituent la principale source de souffrance type TMS au travail. Néanmoins, après entre-

tien individuel avec chacune de ces personnes, il s'avère que 42 % d'entre elles (237 personnes) sont concernées par des trapézalgies, 40 % (222 personnes) par des symptômes d'épicondylalgie, 33 % (188 personnes) par des conflits sous-acromiaux qui conditionnent le développement de tendinopathies de la coiffe des rotateurs, et 22 % (123 personnes) par des symptômes caractéristiques du syndrome du canal carpien. Finalement, même si les problématiques liées aux canaux carpiens représentent la première cause de MP, elles ne représentent pas le problème le plus courant perçu par les salariés. A l'inverse, les trapézalgies qui n'apparaissent pas dans les données de MP puisqu'elles ne sont référencées dans aucun des cinq tableaux consacrés aux TMS, constituent la première cause de gênes/douleur en concernant ici plus de 40 % du personnel REF. Leur prévention/soulagement constitue donc une priorité, tant pour les postes en production que pour les postes tertiaires⁽⁴⁾. Ces données sont en adéquation avec des travaux antérieurs^(5,6) et l'incidence des conditions de travail telles que les tâches répétitives ou les contractions statiques dans le développement des trapézalgies n'est plus à démontrer⁽⁷⁾. Par ailleurs, il est important de noter qu'au-delà des douleurs localisées au niveau cervical, les trapézalgies sont fréquemment associées à des problématiques projetées telles que les céphalées d'Arnold qui ont classiquement pour origine une hyper sollicitation de la musculature cervicale, dont fait partie le trapèze supérieur⁽⁸⁾. Cette hyper sollicitation est à l'origine de différents phénomènes pathogènes décrits par la théorie du modèle de Bruxelles tels que la surcharge des fibres musculaires de type I (hypothèse de Cendrillon), la perturbation de la perfusion sanguine intramusculaire, les forces de cisaillement intramusculaires ou encore l'accumulation sarcoplasmique de calcium⁽⁹⁾. Par ailleurs, la posture (par ex. les positions de la tête et de l'épaule) influence le développement de ce phénomène en agissant directement sur le niveau de sollicitation musculaire⁽¹⁰⁾, et donc sur le développement de fatigue qui conditionne à son tour

une augmentation d'activité musculaire nécessaire pour stabiliser la sortie motrice (produire une force donnée, maintenir une posture) ⁽⁹⁾. En d'autres termes, le développement de fatigue musculaire engage celui d'un cercle vicieux qui conditionne l'apparition de douleurs musculaires, elles-mêmes génératrices de compensations intra et intermusculaires, voire comportementales, pathogènes ⁽¹¹⁾. Malgré la connaissance étayée de ces mécanismes physiopathologiques, l'analyse de la littérature révèle peu de travaux relatifs à des moyens simples et concrètement exploitables pour limiter le niveau de sollicitation musculaire des trapèzes supérieurs et ainsi réduire le risque de développement de myalgies et douleurs associées.

Finalement, l'identification de moyens simples et peu chronophages, compatibles avec la nécessaire productivité et les contraintes organisationnelles de la plupart des entreprises du secteur industriel, permettant de réduire le niveau de sollicitation des trapèzes supérieurs et de ménager des périodes de désactivation ⁽¹²⁾ de ce groupe musculaire, semble représenter une démarche particulièrement pertinente et originale dans le cadre de la prévention des TMS. Les avantages du travail en posture debout pour la région lombaire par rapport à la posture assise qui induit un effacement de la lordose lombaire et une surcharge des structures discales sont clairement identifiés ^(13,14). En ce qui concerne la région cervicale, et tout particulièrement les trapèzes supérieurs, nous avons identifié une étude ⁽¹⁵⁾ qui n'a pas permis de mettre en évidence une influence de différentes postures assises sur le niveau d'activité des trapèzes supérieurs. Les auteurs de ce travail récent indiquent cependant que l'influence de la posture sur le niveau de sollicitation des trapèzes supérieurs n'a pas été assez investigué. Une étude encore plus récente ⁽¹⁰⁾ met en évidence un impact de l'inclinaison de la tête et de l'élévation de l'épaule sur l'activité du trapèze supérieur et du sterno-cléido-mastoldien lors de l'étude de tâches imposées et stéréotypées, qualifiées par les auteurs eux-mêmes de non représentatives des activités naturelles en milieu professionnel. Les auteurs soulèvent le manque de données de ce type (activités musculaires et vidéos synchronisées) disponibles in situ dans l'environnement de travail et encouragent les groupes de recherche à s'atteler à cette tâche afin de mieux identifier les situations à risques et les moyens de prévention accessibles et adaptés.

C'est dans cet état d'esprit que la présente étude a cherché à comparer la sollicitation des trapèzes supérieurs lors de la réalisation de tâches répétitives en posture assise et debout, au sein de 6 sociétés du secteur industriel, dans l'objectif d'en tirer des informations argumentées à diffuser auprès des préventeurs en entreprise. L'objectif sous-jacent consiste à alimenter leur palette de moyens accessibles à tous de lutte contre les trapézalgies et à apporter des supports pédagogiques clairs et tangibles pour les aider dans leur mission de conduite du changement comportemental.

Matériel et Méthodes

Sujets

Un groupe de 11 sujets asymptomatiques, tous droitiers (4 femmes, 7 hommes; $41 \pm 9,5$ ans; $79,4 \pm 14,3$ kg; $168,5 \pm 9,2$ cm) issus de six entreprises industrielles localisées en région Rhône-Alpes a participé à cette étude. Le seul critère d'exclusion concernait

les sujets faisant état d'antécédents de pathologie traumatique et/ou de douleurs au niveau de la ceinture scapulaire. Aucun critère d'inclusion spécifique n'était requis, de manière à inclure une population la plus représentative possible du milieu professionnel étudié.

Tâches et outils de mesures

Le choix des entreprises a été motivé par le fait d'avoir accès à des contextes de production variés afin d'avoir des résultats transférables à un maximum de situations industrielles sans bien sûr pouvoir être exhaustifs. Par ailleurs, les postes de travail (exemples de postes sur les figures 3 et 4 d'illustration des résultats) sur lesquels ont été effectuées les mesures respectent un certain nombre de critères qui les rend comparables. Chaque sujet était en effet impliqué dans la réalisation de tâches répétitives avec un temps de cycle très court (inférieur à 10 secondes). Ce choix se base sur le fait que l'article D. 4161-2 du code du travail français stipule qu'une tâche est répétitive pour un temps de cycle inférieur à 30 secondes ⁽¹⁶⁾, et que la collecte de données doit être la plus représentative possible, tout en étant le moins chronophage possible. Le seul moyen pour obtenir un nombre de cycles conséquent sur une durée limitée consiste donc à cibler des tâches hautement répétitives.

Les postes devaient tous être associés à une activité de montage, d'assemblage ou d'emballage et autoriser une réalisation des tâches en posture assise comme debout. Autrement dit, les hauteurs de plans de travail ont été sélectionnées pour permettre le travail debout sans contraindre de manière exagérée la région lombaire (hauteur ± 95 cm). De plus, une chaise réglable était à disposition des salariés. L'ensemble d'entre eux travaille préférentiellement, et quasi exclusivement, en posture assise. De manière à étudier le plus précisément possible l'impact de la posture sur l'activité des trapèzes, nous avons cherché à limiter l'influence de facteurs confondants en standardisant au maximum la situation, tout en étudiant l'activité au sein d'entreprises différentes. Ainsi, étaient exclues les situations de travail nécessitant le port d'une charge supérieure à 500 g ou une élévation du bras au-delà de 30°. De manière à laisser une marge de manœuvre organisationnelle et pour correspondre aux standards actuels des postes d'assemblage/emballage industriels, nous avons également sélectionné des situations de travail qui n'imposaient pas de cadence stricte. Autrement dit, même si chaque opération dépend du travail du prédécesseur et du successeur sur la ligne, chaque opérateur déclenche volontairement le début et la fin de son cycle opératoire.

Les données d'activité musculaire brutes (raw data) des trapèzes supérieurs droit et gauche ont été recueillies à une fréquence de 1000 Hz (filtre passe bande 15-450 Hz) au moyen d'un dispositif Datalog Unit (model MWX8, Biometrics Ltd., UK) attaché à la ceinture du sujet communiquant via une liaison Bluetooth avec le PC de recueil des données, laissant ainsi une totale liberté de mouvements. Les électrodes de surface pré amplifiées (type SX230-1000, Biometrics Ltd., Newport, UK) autorisent un recueil de données bipolaires avec une distance inter électrodes de 2 centimètres. Elles ont été positionnées longitudinalement sur les corps musculaires, après avoir réduit l'impédance de la peau au moyen d'un mélange alcool-éther-acétone. Pour le trapèze supérieur, la norme SENIAM ⁽¹⁷⁾ recommande un positionnement de la

zone inter électrode à mi-distance sur la ligne entre l'acromion et C7. De manière synchronisée, des images vidéo étaient recueillies à une fréquence de 25 Hz (Canon Legria HF G40).

Procédure

Après avoir installé les électrodes et avant de débiter les sessions de mesures, il était demandé aux sujets de réaliser des Contractions Maximales Volontaires isométriques (CMVi). Pour ce faire, le sujet positionnait son épaule à 90° d'abduction et l'expérimentateur lui demandait de forcer pendant 5 secondes au maximum en abduction, tout en l'encourageant verbalement, contre sa propre résistance. Trois essais étaient réalisés pour chaque muscle, le meilleur d'entre eux était conservé lors du traitement des données. L'objectif est de recueillir le niveau d'activation maximale volontaire afin de standardiser les données recueillies lors des tâches de travail analysées. Autrement dit, les niveaux d'activité musculaire recueillis lors des tâches de travail sont exprimés en pourcentage de cette activité maximale volontaire. Les temps de cycles des activités étudiées étant relativement courts (inférieurs à 10 secondes), nous considérons que le recueil de données pendant 15 minutes pour chaque posture de travail permet de réaliser une analyse représentative des sollicitations associées à la tâche.

Données analysées

Au moyen du logiciel Captiv (TEA, France), nous lançons de manière synchronisée le recueil de données EMG et la vidéo. Cette synchronisation permet, lors du traitement des données, de repérer les phases d'intérêt sur la vidéo et d'avoir directement accès aux données EMG correspondantes. A l'instar de travaux récents dans ce secteur de recherche⁽¹⁰⁾, l'amplitude des données EMG était obtenue à partir des données brutes en calculant la RMS (Root Mean Square, en redressant le signal) afin d'autoriser le calcul du niveau moyen d'activité musculaire par intégration. Comme indiqué précédemment, le niveau d'activité musculaire lors des tâches analysées est exprimé en valeur relative par rapport à l'activité maximale volontaire, ce qui représente la procédure de standardisation indispensable à la fiabilité des données EMG.

L'objectif principal de cette étude, qui consiste à étudier l'impact de la posture de travail sur le niveau de sollicitation des trapèzes supérieurs, représentait un objectif transversal commun au sein de projets indépendants. Ainsi, l'activité d'autres groupes musculaires (choisis en fonction de la problématique abordée) était également enregistrée et analysée mais le seul point commun de ces différents projets est l'étude de l'activité des trapèzes supérieurs. Nous présenterons donc uniquement ces données, et nous discuterons néanmoins plus bas de l'intérêt d'avoir accès à l'activité d'autres groupes musculaires.

Analyse statistique

La normalité des données a été testée au moyen du test de *Shapiro-Wilk* et l'homogénéité des variances a été vérifiée. Une ANOVA à deux facteurs de mesures répétées : 2 postures de travail (assis et debout) x 2 côtés (droit et gauche) a été réalisée sur le niveau d'activation des trapèzes supérieurs. Des analyses post-hoc (*Tukey*) ont été effectuées lorsque nécessaire. Le seuil de significativité retenu est de $p < 0,05$.

Résultats

Les résultats relatifs à l'évolution du niveau d'activation du trapèze supérieur en fonction de la posture de travail sont illustrés dans la **figure 1**. L'analyse de variance révèle un effet significatif de la posture de travail sur le niveau d'activation du trapèze supérieur ($F 1, 10; p < 0,01$). L'activité EMG moyenne des trapèzes supérieurs s'avère significativement moins importante lors de la réalisation des tâches professionnelles en posture debout en comparaison avec la posture assise, et ce de manière bilatérale ($p < 0,001$).

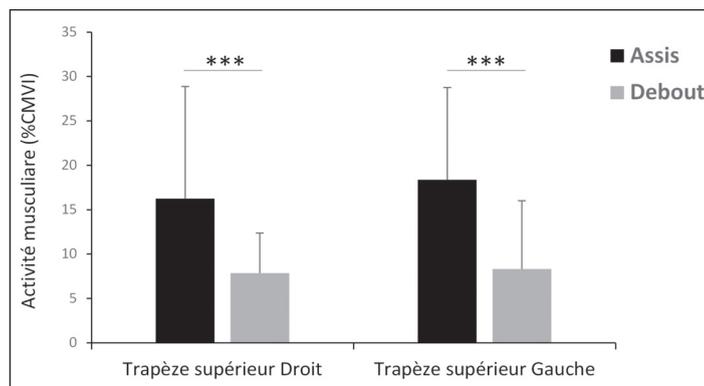


Figure 1 : niveaux moyens d'activité musculaire du trapèze supérieur (droit et gauche) exprimé en pourcentage de la Contraction Maximale Volontaire Isométrique (%CMVI). Posture assise (noir), Posture debout (gris). ***($p < 0,001$).

Concernant le trapèze supérieur droit, l'activation moyenne est passée de 16,2 % CMVI ($\pm 12,6$) en posture assise à 7,8 % CMVI ($\pm 4,5$) en posture debout soit une diminution de 8,4 % CMVI ($\pm 8,7$). De la même manière, le niveau d'activation du trapèze supérieur gauche est passé de 18,4 % CMVI ($\pm 10,4$) en posture assise à 8,3 % CMVI ($\pm 7,7$) en posture debout.

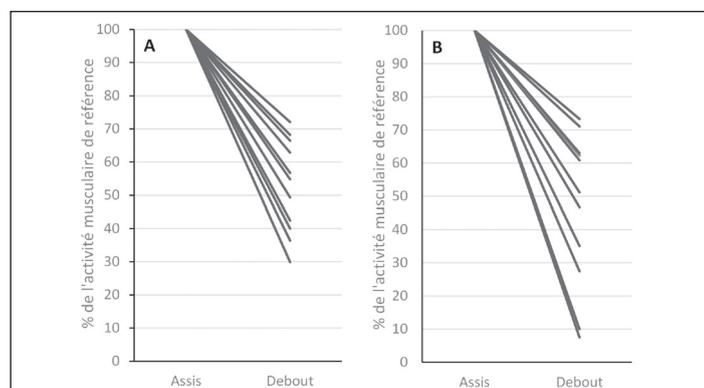


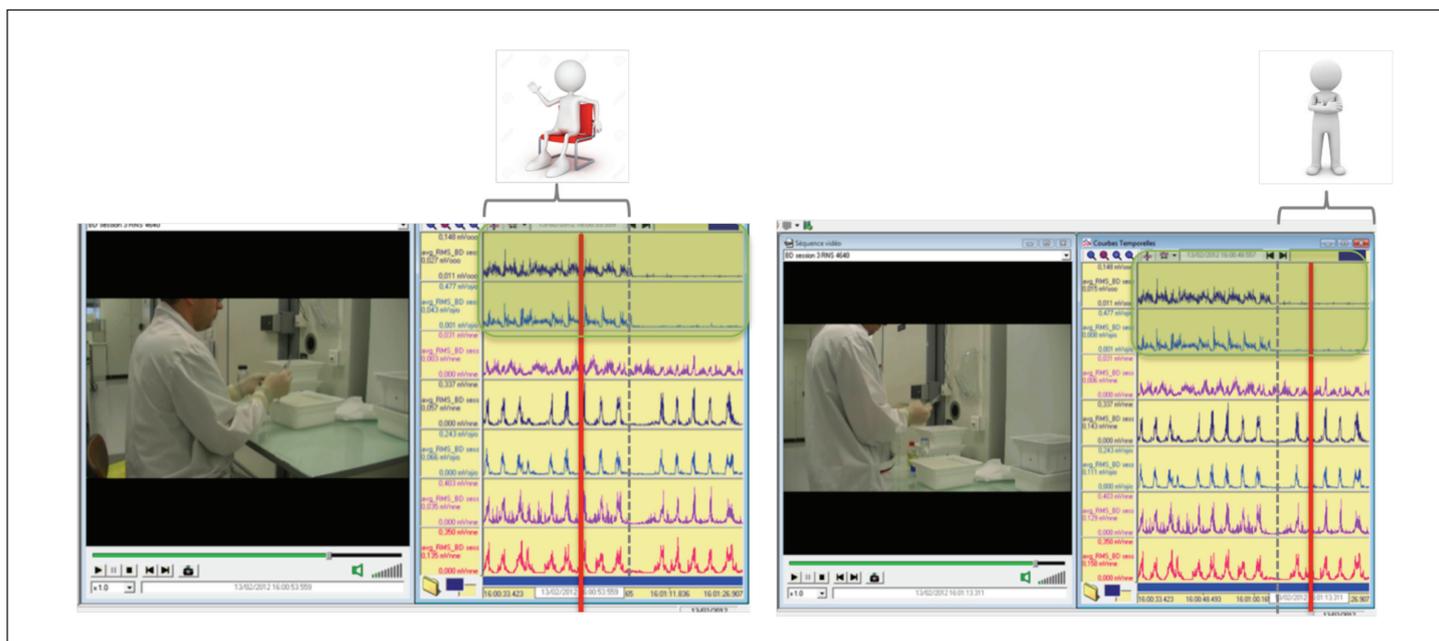
Figure 2 : évolution du niveau moyen d'activité du trapèze supérieur droit (A) et gauche (B) entre la posture assise et debout pour chaque sujet. La posture de travail assise est ici considérée comme la référence (100 %) à partir de laquelle est calculé le niveau relatif d'activation du trapèze supérieur en posture debout.

Les données prélevées lors de cette étude mettent en évidence des différences interindividuelles concernant l'intensité de la commande neuromusculaire en posture de référence (assis) avec un niveau d'activation compris entre 3,3 et 50,8 % CMVI pour le trapèze supérieur droit et entre 3,6 et 41,2 % CMVI pour le trapèze supérieur gauche. Cependant, comme l'illustre la **figure 2**, il est particulièrement important de noter que la

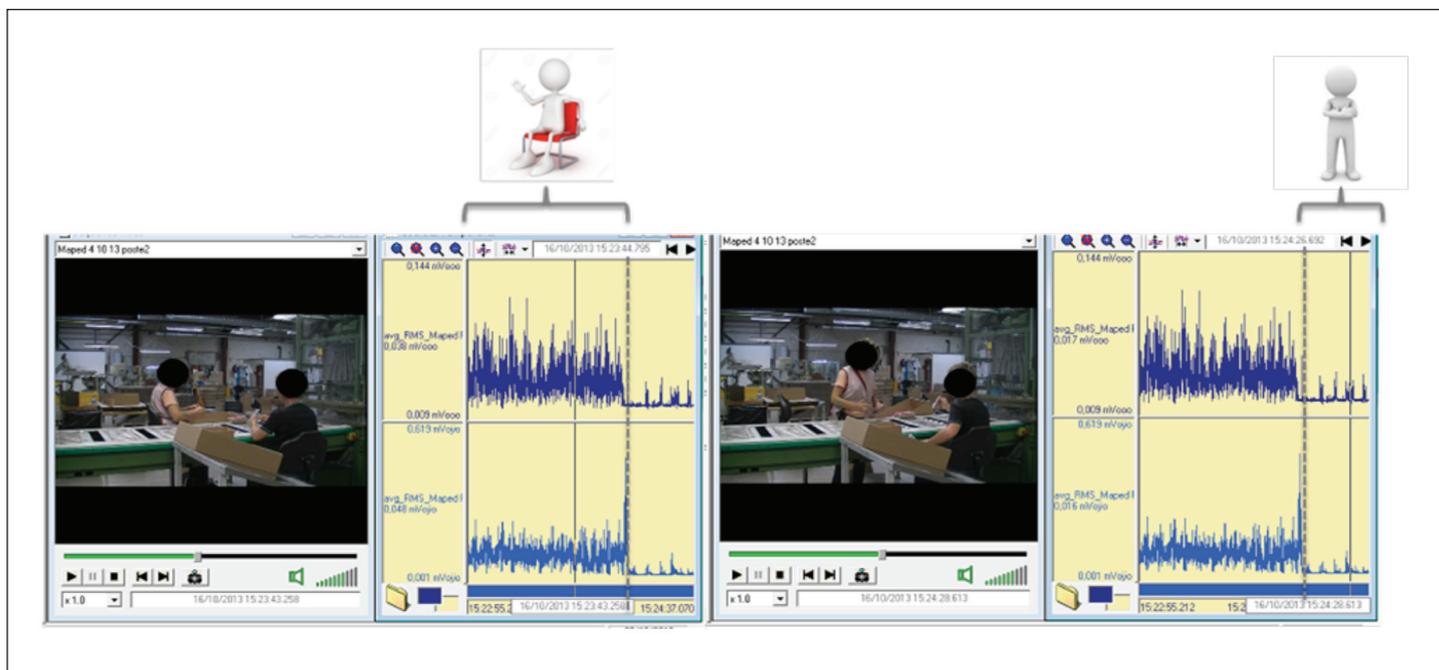
diminution d'activité du trapèze supérieur entre la posture de travail assise et debout est observée pour l'ensemble des sujets, de manière bilatérale, et sans exception.

L'ampleur de la diminution moyenne du niveau d'activité du trapèze supérieur est respectivement de 51,8 % et de 54,8 % pour les hémicorps droit et gauche à l'avantage de la posture debout.

Il est également intéressant de noter que l'analyse de variance ne révèle pas d'effet de latéralité sur le niveau d'activation du trapèze supérieur ($F 1, 10; p < 0,67$). Les tâches étudiées semblent donc solliciter les trapèzes supérieurs de manière quasi symétrique. L'effet positif de la posture debout est tellement systématique et d'une amplitude conséquente que les données EMG brutes permettent de l'observer très aisément (figures 3 et 4).



› Figure 3: illustration de l'effet de la posture debout sur le niveau d'activité musculaire moyen des trapèzes supérieurs. Sur les deux lignes du haut, l'activité respective des trapèzes supérieurs droit et gauche. A gauche le travail assis correspond à un niveau d'activité relativement important des trapèzes supérieurs (logo bonhomme assis). A droite, le travail debout correspond à un niveau d'activité presque nul des trapèzes supérieurs (logo bonhomme debout). Les autres groupes musculaires analysés (lignes 3 à 7, extenseurs du cou et fléchisseurs/extenseurs des doigts et du poignet) ne sont pas impactés, ni positivement ni négativement, par la posture de travail.



› Figure 4: illustration de l'effet de la posture debout sur le niveau d'activité musculaire moyens des trapèzes supérieurs. La ligne du haut représente l'activité du trapèze supérieur droit, celle du bas, le trapèze supérieur gauche. A gauche le travail assis correspond à un niveau d'activité relativement important des trapèzes supérieurs (logo bonhomme assis). A droite, le travail debout correspond à un niveau d'activité presque nul des trapèzes supérieurs (logo bonhomme debout).

Discussion

Principaux enseignements

L'objectif principal de cette étude consistait à analyser l'impact éventuel de la posture de travail (assis vs debout) sur le niveau d'activité des trapèzes supérieurs lors de la réalisation de tâches répétitives en industrie. Les données obtenues sur 11 sujets au sein de 6 entreprises différentes du secteur industriel démontrent clairement que la posture debout permet de réduire de manière considérable le niveau de sollicitation des trapèzes supérieurs lors de la réalisation d'une tâche répétitive avec les mêmes exigences de cadence et de qualité de travail. Par ailleurs, les mesures d'activités d'autres groupes musculaires du membre supérieur et du dos n'ont pas mis en évidence d'effets de transfert ou de compensation qui consisteraient à soulager les trapèzes supérieurs en pénalisant davantage d'autres structures anatomiques. Ceci est en partie dû au fait que le travail debout était réalisé, comme mentionné plus haut, sur des postes de travail aux caractéristiques adaptées, avec notamment une hauteur du plan de travail d'environ 95 cm.

La littérature scientifique apparaît relativement pauvre concernant l'étude de l'impact de la posture de travail sur l'activité du trapèze supérieur. Ce constat est d'autant plus vrai lorsqu'il s'agit de données prélevées dans un milieu écologique, i.e. dans des conditions de travail réelles. Certaines études se sont malgré tout intéressées au niveau d'activation du trapèze supérieur dans diverses situations de travail. A titre d'exemple, certains auteurs ont étudié l'effet de la hauteur de travail sur le niveau d'activation du trapèze supérieur lors d'une tâche répétitive d'assemblage située sous le niveau des genoux⁽¹⁸⁾. Ils mettent en évidence une diminution de la sollicitation de ce muscle avec l'abaissement de la hauteur de travail passant de 18,2 (\pm 19,3) % CMVI à 13,7 (\pm 15,8) % CMVI pour des hauteurs de travail respectives de 30 cm et 15 cm au-dessus du sol. Par ailleurs, l'effet du type d'assise associée à une activité de tissage manuelle sur l'intensité de la commande neuromusculaire du trapèze supérieur a été étudié par une autre équipe de recherche⁽¹⁹⁾. Les résultats de cette étude démontrent l'intérêt d'un siège réglable afin de réduire la sollicitation du trapèze supérieur avec un niveau d'activation passant de 35,8 (\pm 7,3) à 27,6 (\pm 4,3) % MVIC. Les auteurs soulignent que l'apport du siège étudié repose sur la possibilité d'ajuster la hauteur de travail relative au niveau de la ligne d'épaule ainsi que sur la présence d'accoudoirs permettant de reposer les avant-bras. Dans ces deux études, la hauteur de travail apparaît comme un élément central influençant le niveau d'activation du trapèze supérieur.

En accord avec ces études, nos données laissent apparaître des différences inter-situationnelles et inter-individuelles concernant l'intensité de la commande neuromusculaire. Le niveau d'activation moyen du trapèze supérieur relevé dans les précédents travaux s'avère sensiblement supérieur à celui observé dans cette présente étude pour la posture de référence (posture assise). Malgré cette moindre activation qui devrait offrir une marge de manœuvre plus faible en termes de diminution de sollicitation musculaire, il est important de noter que les bénéfices associés à la posture de travail debout sont particulièrement marqués. La réduction du niveau de sollicitation

du trapèze supérieur est en effet supérieure à 50 % et ce de manière bilatérale. À la lumière des précédentes études, nous pouvons expliquer ces bénéfices importants par la diminution de hauteur de travail par rapport à la ligne d'épaule en posture debout. Ces résultats sont particulièrement intéressants puisqu'ils ouvrent des perspectives concrètes sur un levier simple de prévention d'une des pathologies (et gênes associées) les plus courantes dans le milieu professionnel⁽⁴⁾.

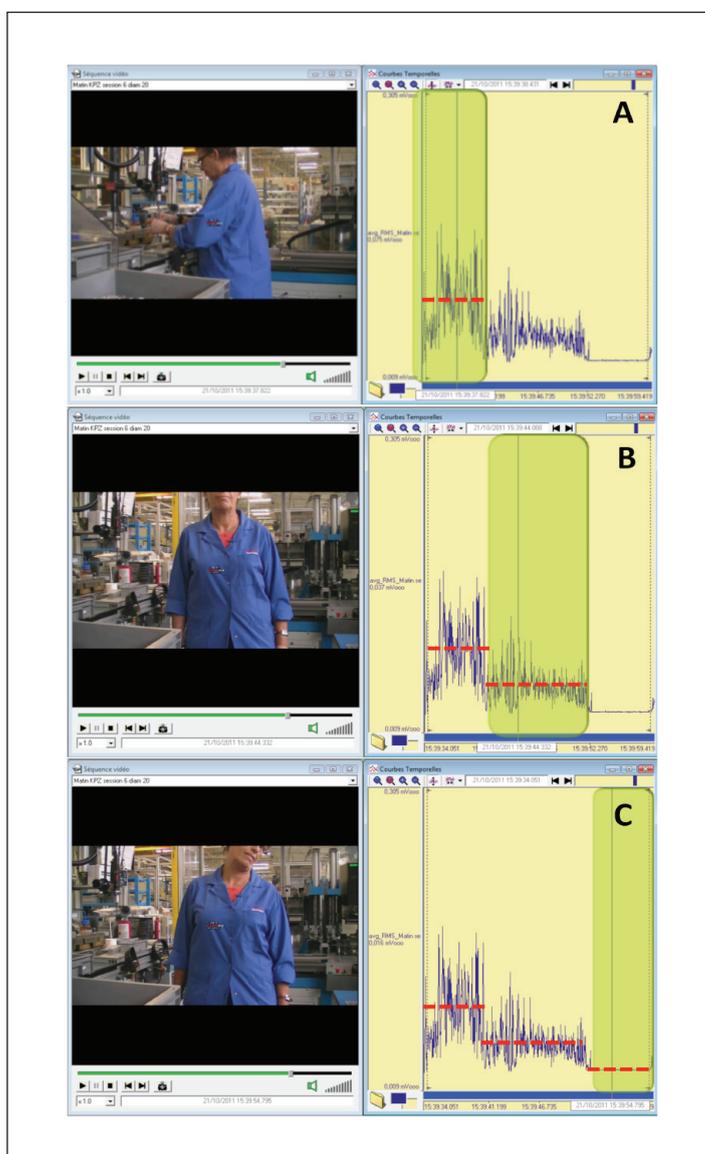
Nuances du message aux préventeurs

Il faut néanmoins relativiser la portée des messages à véhiculer sur la base de ce résultat. Si l'incitation à travailler debout semble indéniablement représenter un moyen intéressant à la disposition des préventeurs, il convient de ne pas tomber dans l'excès en proposant des situations de travail systématiquement en posture debout. La présente étude apporte des arguments forts en faveur de la posture debout dans le cadre de la prévention des trapézalgies. Les avantages de cette posture pour la région lombaire ne sont quant à eux plus à démontrer : moindre charge mécanique, pas de flexion de hanche et donc moindre contrainte sur les ischio-jambiers qui ont tendance, en position assise, à engendrer une rétroversion du bassin et donc un effacement de la lordose lombaire. Néanmoins, la posture debout est associée à une dépense énergétique plus élevée que la posture assise et peut donc être perçue, sur des périodes prolongées, comme inconfortable⁽²⁰⁾. Les sujets peuvent alors avoir recours à des compensations comportementales potentiellement délétères. Il nous semble que, sur la base des données présentées ici, la proposition d'une alternance entre les postures assise (confort perçu) et debout (moindre sollicitation des trapèzes supérieurs) soit un bon compromis. D'autant que les sujets impliqués dans cette étude travaillent systématiquement en position assise et bénéficieraient donc d'un avantage à intégrer des périodes de travail debout.

Ouvertures possibles

Si ce moyen de prévention est simple à mettre en œuvre sur le plan pratique, la difficulté consiste à convaincre les principaux intéressés. Il s'agit en réalité de mettre en œuvre, sur un sujet très précis, un changement de culture et d'habitudes souvent ancrées depuis des années. Nos expériences nous ont convaincus qu'il ne suffit pas de conseiller l'alternance de posture pour que cela devienne une réalité. Face à cette problématique, les effets visibles et interprétables par tout un chacun des avantages de la posture debout sur le niveau de sollicitation des trapèzes supérieurs (figure 2) doivent être utilisés comme un outil pédagogique au service de la conduite du changement. En d'autres termes, la proposition d'inclure des périodes de travail en position debout doit idéalement être accompagnée d'une démonstration des intérêts de la proposition sur les opérateurs eux-mêmes. Face à ces résultats, nous engageons actuellement des sessions de sensibilisation in situ durant lesquelles nous utilisons l'électromyographie de surface comme un biofeedback en temps réel sur le poste de travail. Ainsi, chacun peut constater objectivement et sur lui-même la diminution de sollicitation associée à la posture debout sur une zone qui le fait souffrir et il s'agit là d'un moyen percutant afin d'engager l'adhésion à la démarche proposée.

Enfin, si l'inclusion de périodes de travail debout représente un moyen de prévention non négligeable des trapézalgies, il semble également intéressant de leur adjoindre la pratique régulière (3 à 4 fois par jour) d'exercices d'étirement spécifique du trapèze supérieur. A titre d'exemple, et comme l'illustre la **figure 5**, les personnes qui souffrent de myalgies du trapèze supérieur ont généralement du mal à relâcher totalement le groupe musculaire lorsqu'elles sont au repos. Ce phénomène de cercle vicieux entretient donc les mécanismes de développement de la douleur et de sensibilisation qui favorisent eux-mêmes la contraction musculaire permanente. Comme l'illustre la **figure 5**, la pratique d'un exercice simple d'étirement du trapèze supérieur permet, au-delà de la lutte contre l'installation de la raideur musculaire, de ré-automatiser la capacité à relâcher le groupe musculaire dans le but de lutter contre le phénomène d'auto-allumage et ses conséquences délétères.



> Figure 5: illustration de l'effet d'un exercice d'étirement du trapèze supérieur sur le relâchement musculaire. Dans l'encadré vert: A. le niveau d'activité du trapèze supérieur droit pendant le travail; B. le niveau d'activité du trapèze supérieur droit lors d'une pause: on peut constater un phénomène « d'auto-allumage »; C. le trapèze supérieur droit est relâché lors de la pratique d'un exercice d'étirement ciblé, simple et facilement réalisable plusieurs fois par jour sur le poste/lieu de travail.

Limites et perspectives

Il est important de souligner ici les principales limites de ce travail. Si l'instrumentation n'influence que très peu le travail des opérateurs du fait du faible encombrement de l'équipement et de sa connexion non filaire, on ne peut pas nier le fait que le sentiment d'être observés puisse avoir un impact sur le comportement des salariés. Nous pensons cependant que cet aspect peut être relativisé puisque les deux postures comparées sont potentiellement concernées. Le faible nombre de sujets dans chaque entreprise, sélectionnés au sein de secteurs variés peut être de prime abord perçu comme une limite à la portée de nos résultats. En considérant l'homogénéité des principaux facteurs descriptifs des tâches analysées (cf. méthode), et en ajoutant notre souhait d'être le plus représentatif possible de situations professionnelles qui concernent le plus grand nombre au quotidien, cet aspect devient alors plutôt positif. Autrement dit, cette variété de situations influence d'avantage les niveaux d'activités musculaires de base en position de référence (assise) que l'orientation des effets de la posture (cf. **figure 2**), paramètre que nous questionnons directement ici. Finalement, deux limites principales concernent ce travail. D'une part, nous n'avons pas relevé d'informations relatives à la différence de hauteur du plan de travail relativement à la ligne des épaules entre les postures assises et debout. Or, différents travaux ont permis de mettre en évidence qu'il s'agit d'un paramètre intéressant à discuter lorsque l'on souhaite limiter le niveau de sollicitation des trapèzes supérieurs associé à une tâche manuelle répétitive^(15,19). D'autre part, nous avons focalisé notre attention sur le niveau moyen d'activité musculaire, paramètre qu'il convient de minimiser. Il existe cependant d'autres types d'analyse, qui s'intéressent à identifier les périodes de désactivation musculaire (inférieure à 0,5 % CMVI). Ces épisodes, même transitoires, permettent de rompre le cercle vicieux de l'activation musculaire continue de faible intensité et par ce biais de prévenir l'apparition de myalgies chroniques⁽¹²⁾.

L'analyse de l'effet de la posture et/ou de la configuration du poste de travail sur ces « gap » d'activité musculaire représente une piste de futurs travaux à prioriser. De premiers relevés électromyographiques en entreprise nous ont déjà permis de constater que des aménagements à priori éloignés des standards ergonomiques (par exemple, positionnement d'un bouton d'action sous le plan de travail sur une chaîne de montage) permettent d'assurer à chaque cycle quelques centaines de millisecondes de désactivation musculaire (« gap »). En quelque sorte, il semblerait que la configuration du poste puisse assurer les effets bénéfiques d'un exercice d'étirement (**figure 5**) sur l'inhibition de la commande motrice à chaque cycle et sans effort volontaire particulier du salarié. Nos prochains travaux s'attacheront à vérifier cette hypothèse en étayant ces premières données. Nous chercherons également à influencer le choix de posture de salariés en les incitant à passer plus de temps debout et sans recours au biofeedback EMG, pour étudier leur comportement (temps passé debout sur une journée de travail) six mois plus tard. L'intérêt de ce type de travail consiste à étudier de manière objective l'effet de ce type d'outil pédagogique dans une démarche d'incitation comportementale dédiée à la prévention des TMS. Enfin, nous nous intéresserons à la finalité de l'ensemble de ces réflexions, à savoir l'étude de l'impact potentiel à moyen terme de l'augmentation du temps de

travail en posture debout, associé ou non à la pratique d'étiements des trapèzes supérieurs, sur la douleur et les gênes ressenties.

Conclusion

L'ergonomie, bien que particulièrement importante et en première ligne dans la démarche de prévention des TMS, ne peut pas annuler l'ensemble des sollicitations musculo-squelettiques associées au travail. Il convient dès lors d'avoir accès à des moyens préventifs complémentaires efficaces, simples à mettre en œuvre et compatibles avec les contraintes organisationnelles de la plupart des entreprises. La présente étude suggère fortement que l'inclusion de phases de travail debout sur des postes de travail répétitifs (montage, assemblage, emballage, etc...) au sein des entreprises représente un moyen de prévention qui permet de participer efficacement à la prévention d'une des douleurs les plus fréquentes au travail : la trapézalgie et ses conséquences telles que les céphalées d'Arnold. Si ce type de levier de prévention paraît simple à mettre en œuvre il ne faut pas négliger la difficulté à agir efficacement sur les aspects comportementaux et la formation est alors nécessaire. Dans le cas présenté ici, nous avons la chance de pouvoir appuyer cette démarche de formation sur un biofeedback EMG qui apporte des données objectives, personnalisées, facilement interprétables. Par ailleurs, la formation à la pratique complémentaire d'exercices simples mais ciblés sur les mécanismes physiopathologiques semble également représenter un levier de prévention concret et intéressant encore sous utilisé. Là aussi, la démarche pédagogique et les outils à son service sont primordiaux pour favoriser le succès de ce type de démarche.

Implications pour la pratique

- Les trapézalgies et douleurs associées représentent une gêne très fréquente au travail
- L'hyper sollicitation du trapèze supérieur est à l'origine de ces douleurs
- La posture debout permet de réduire de moitié le niveau d'activation du trapèze supérieur
- L'appropriation de ces résultats par les préventeurs et salariés constitue un moyen de prévention simple et ciblé

Contact

Grégoire Mitonneau : gregoire.mitonneau@cevres.com

Références

1. European Agency for Safety and Health at Work. Work-related musculoskeletal disorders: prevention report. [Internet] Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2008 [cited 2016 Nov 4]. Available from : <http://www.webcitation.org/6llk7zsUq>
2. Rapport de gestion. [Internet] France: CNAM-TS. 2011 [cited 2016 Nov 4]. Available from : <http://www.webcitation.org/6llk1PW9Z>
3. Roquelaure Y, Ha C, Leclerc A, Touranchet A, Sauteron M, Melchior M, Goldberg M. Epidemiologic surveillance of upper-extremity musculoskeletal disorders in the working population. *Arthritis and Rheumatism*. 2006;55(5): 765-778.
4. Yuk Szeto G, Straker L, O'Sullivan P. Neck-shoulder muscle activity in general and task-specific resting postures of symptomatic computer users with chronic neck pain. *Manual Therapy*. 2009;14(3):338-345.
5. Bot S. Incidence and prevalence of complaints of the neck and upper extremity in general practice. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 2005;64(1):118-123.
6. Larsson B, Sogaard K, Rosendal L. Work related neck-shoulder pain: a review on magnitude, risk factors, biochemical characteristics, clinical picture and preventive interventions. *Best practice & research Clinical rheumatology*. 2007;21(3):447-63.
7. Baroness J, Cullen M, de Lateur B, Deyo R, Donaldson K, Drury C, et al. *Musculoskeletal disorders and the workplace: Low back and upper extremities*. Washington, DC: National Academy of Sciences. 2001:1-512.
8. Sohn JH, Choi HC, Jun AY. Differential patterns of muscle modification in women with episodic and chronic tension-type headache revealed using surface electromyographic analysis. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013;23(1):110-7.
9. Visser Bvan Dieën J. Pathophysiology of upper extremity muscle disorders. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2006;16(1):1-16.
10. Ng D, McNee C, Kieser J, Farella M. Neck and shoulder muscle activity during standardized work-related postural tasks. *Applied Ergonomics*. 2014;45(3):556-563.
11. Falla D, Farina D. Neuromuscular adaptation in experimental and clinical neck pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 2008;18(2):255-61.
12. Ostensvik T, Veiersted KB, Nilsen P. A method to quantify frequency and duration of sustained low-level muscle activity as a risk factor for musculoskeletal discomfort. *J Electromyogr Kinesiol*. 2009;19(2):283-94.
13. Lehman KR, Psihogios JP, Meulenbroek RG. Effects of sitting versus standing and scanner type on cashiers. *Ergonomics*. 2001;44(7):719-38.
14. Wilks S, Mortimer M, Nylen P. The introduction of sit-stand worktables; aspects of attitudes, compliance and satisfaction. *Appl Ergon*. 2006;37(3):359-65.
15. Caneiro JP, O'Sullivan P, Burnett A, Barach A, O'Neil D, Tveit O, et al. The influence of different sitting postures on head/neck posture and muscle activity. *Man Ther*. 2010;15(1):54-60.
16. Lanouzière H. La définition du travail répétitif comme facteur de pénibilité. [Internet] France: Ministère du travail, de l'emploi, de la formation professionnelle et du dialogue social : Ministère des affaires sociales, de la santé et des droits des femmes. 2015 [cited 2016 Nov 4]. Available from : <http://www.webcitation.org/6llntNj11>
17. Hermens HJ, Freriks B, Merletti R, Stegeman D, Blok J, Rau G, et al. European recommendations for surface electromyography. *Roessingh Research and Development*. 1999;8(2):13-54.
18. Shin SJ, Yoo WG. Effects of two workstation positions for below-knee assembly work on upper extremity muscle activity. *Journal of physical therapy science*. 2015;27(1):5-6.
19. Allahyari T, Mortazavi N, Khalkhali HR, Sanjari MA. Shoulder girdle muscle activity and fatigue in traditional and improved design carpet weaving workstations. *Int J Occup Med Environ Health*. 2016;29(2):345-54.
20. Côté J, Antle D, Emery K, Ngomo S. Effet de la posture de travail sur les patrons musculaires de la région lombaire lors d'une tâche répétitive. [Internet] France : IRSST. 2015 [cited 2016 Nov 4]. Available from : <http://www.webcitation.org/6llo538it>