

# 8<sup>e</sup> conférence scientifique internationale sur la prévention des troubles musculosquelettiques **PREMUS 2013**

*Busan, Corée du Sud, 8-11 juillet 2013*

EN  
RÉSUMÉ

AUTEUR :

A. Savescu, département Homme au travail, INRS

Le congrès international trisannuel sur les troubles musculosquelettiques (TMS) PREMUS 2013 (*International Scientific Conference on Prevention of Work-Related Musculoskeletal Disorders*) a regroupé près de 300 chercheurs et préventeurs de 29 pays qui ont débattu sur les avancées en matière de recherche et de prévention des TMS des membres et du rachis. Parmi tous les thèmes abordés, le présent article propose des focus sur les mécanismes de survenue de TMS en lien avec les gestes répétitifs, sur certaines caractéristiques de la variabilité motrice et certains facteurs d'incidence notamment liés au genre et à la douleur, sur les effets de l'activité physique selon que celle-ci est imposée par le travail ou librement choisie dans le cadre des loisirs et enfin, sur l'intérêt des campagnes médiatiques pour la prévention des TMS.

## MOTS CLÉS

Troubles musculosquelettiques / TMS

## MÉCANISMES DE SURVENUE DE TMS ET DÉCLINS SENSORI-MOTEURS LORS DE MOUVEMENTS RÉPÉTITIFS : UN MODÈLE ANIMAL

Dans sa présentation, **M. Barbe** (département d'anatomie et biologie cellulaire, *Temple University School of Medicine*, Philadelphia, États-Unis), s'est intéressée à la relation exposition-réponse lors de mouvements répétitifs combinés à des forces sur les structures osseuses, tendineuses, musculaires et nerveuses à partir d'un modèle comportemental sur le rat.

Les rats étaient exposés à quatre situations expérimentales pendant 24 semaines : (1) faible répétition, faible force (FRFF), (2) répétition élevée, faible force (ERFF), (3) faible répétition, grande force (FRGF), (4) répétition élevée, grande force (ERGF). Les résultats ont montré que les situations FRFF et ERFF s'accompagnent de déstructurations des fibres musculaires et tendineuses et d'altérations des fibres nerveuses. Une augmentation de la fragilité osseuse par diminution de la densité et une résorption trabéculaire de

la partie distale des os du membre antérieur en lien avec le niveau de la force et l'inflammation ont été observées. Un traitement anti-inflammatoire administré dès les premiers signes d'apparition de la douleur ou le retour à une situation de type FRFF ou ERFF permettent de préserver la masse osseuse. Par ailleurs, une diminution de la force de préhension et une augmentation des réactions douloureuses en lien avec le niveau d'exposition ont été observées, ce qui est en corrélation de façon cohérente avec les réponses inflammatoires induites par les différentes conditions expérimentales. Ces phénomènes inflammatoires deviennent systématiques et sont mesurables dans le sérum *via* le dosage des cytokines pro-inflammatoires dont la concentration augmente. Celles-ci peuvent donc servir de bio-marqueurs de la phase inflammatoire des TMS. Ces inflammations périphériques prolongées peuvent aussi induire des modifications du système nerveux central (SNC) avec une augmentation des cytokines pro-inflammatoires et des neurotransmetteurs nociceptifs dans le liquide céphalo-rachidien. L'administration d'un

**PREMUS 2013**

8<sup>e</sup> conférence scientifique internationale sur la prévention des troubles musculosquelettiques

traitement anti-inflammatoire classique (ibuprofène ou anti TNFalpha) après l'apparition de la douleur permet de réduire l'inflammation des tissus périphériques mais n'agit pas sur les modifications apparues dans la moelle épinière.

La persistance de tâches à forte exigence physique (répétitivité et force) est également associée à une augmentation des protéines fibreuses dans les tissus suggérant un lien entre phase inflammatoire et phase fibreuse. La plupart de ces protéines fibreuses sont détectables dans le sérum, suggérant alors la possibilité de les doser chez les patients atteints de TMS.

En conclusion, un modèle basé sur 3 voies étroitement associées (inflammation périphérique tissulaire, fibrose périphérique tissulaire et réorganisation du SNC) est proposé. Celui-ci permet de mettre en relation les altérations du comportement sensori-moteur lors de tâches répétitives, avec les effets les plus notoires lors de tâches comprenant un niveau de force élevé et une répétitivité élevée.

**VARIABILITÉ MOTRICE**

Les interventions présentées dans cette partie concernent des études expérimentales abordant la question complexe de la variabilité motrice. Cette notion, encore évolutive, fait référence à la variabilité du mouvement à tous les moments de sa réalisation. Elle peut être mise en évidence notamment par : a) la mesure de la performance (précision dans une tâche de pointage, temps de réalisation d'une opération...); b) des paramètres cinétiques ou cinématiques du mouvement (angles articulaires, vitesse, accélération...); c) l'activité musculaire et la participation de différents muscles à la réalisation d'une même tâche.

**VARIABILITÉ MOTRICE EN RELATION AVEC LA DOULEUR**

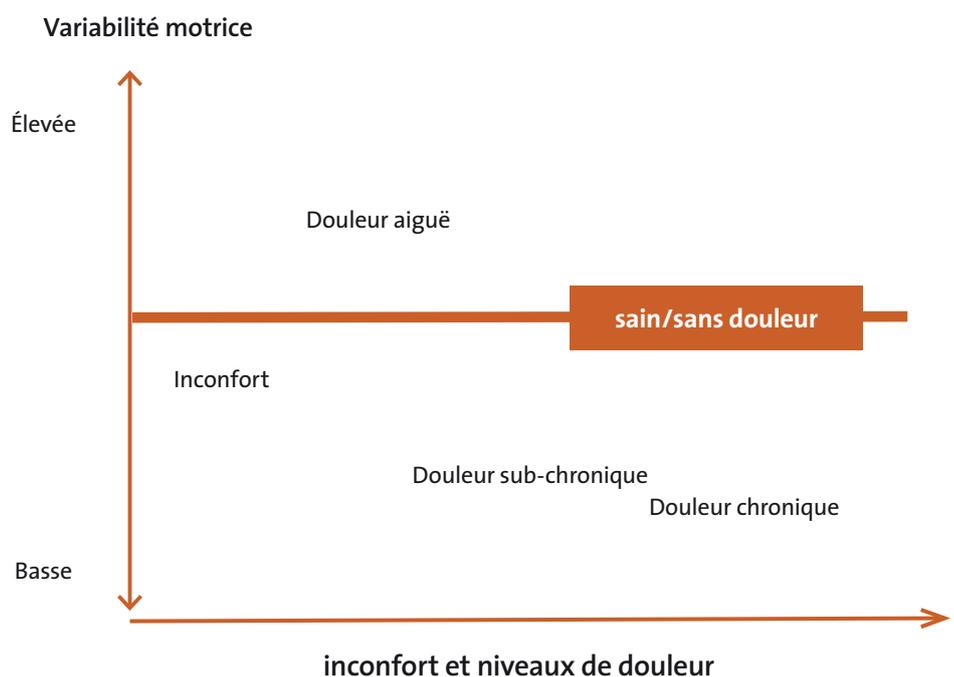
Les TMS restent les maladies professionnelles les plus répandues dans la société moderne avec un impact socio-économique majeur et des conséquences importantes, particulièrement en termes de douleur pour les salariés atteints. Des épisodes récurrents de douleur aiguë des structures profondes peuvent induire, à la longue, une douleur chronique notamment au niveau de l'épaule et du dos. La question qui se pose alors concerne les effets de douleurs sur la variabilité motrice.

**P. Madeleine** (Aalborg University, Danemark) et son équipe ont réalisé plusieurs études, prenant en compte à la fois des tâches professionnelles et de la vie quotidienne, afin d'analyser la variabilité motrice chez des personnes asymptomatiques ou au contraire présentant des douleurs (aiguës, subchroniques, chroniques)

au niveau des épaules et du dos. La variabilité était observée à partir de l'analyse de la cinématique 3D du mouvement ou à partir de l'analyse des signaux électromyographiques des muscles du dos et de l'épaule. Les résultats montrent une augmentation de la variabilité des mouvements du bras en présence de douleurs aiguës. Pour des douleurs subchroniques ou chroniques, la variabilité des mouvements du bras était plus faible que chez les sujets asymptomatiques. Pour le dos, il a été observé une faible variabilité motrice du muscle *erector spinae* et une variabilité plus importante pour les mouvements du tronc en présence de douleur chronique. Ainsi les stratégies motrices mises en œuvre par les opérateurs lors des mouvements répétitifs dépendent du niveau de douleur ressentie (figure 1).

↓ **Figure 1**

**Évaluation de la douleur en fonction de la variabilité motrice**



## VARIABILITÉ MUSCULAIRE, GENDRE ET PERFORMANCE D'UNE TÂCHE RÉPÉTITIVE

Le travail répétitif au niveau des membres supérieurs est souvent considéré comme facteur de fatigue musculaire du complexe cou/épaule et facteur de survenue de TMS. Par ailleurs, des études ont montré une prévalence plus élevée des TMS de la région cou/épaule chez les femmes que chez les hommes. Des études ont également mis en évidence le fait que la variabilité des mouvements augmente avec la fatigue chez les sujets sains mais est habituellement plus faible chez les sujets symptomatiques. Néanmoins, peu d'études ont porté sur l'analyse des caractéristiques de la variabilité du signal électromyographique (EMG) qui reflète plutôt les stratégies de contrôle musculaire. De même, peu de travaux se sont intéressés à la variabilité en tant que facteur d'explication des différences observées entre les hommes et les femmes dans la survenue des TMS. L'objectif de l'étude menée par une équipe pluridisciplinaire canadienne, représentée au congrès par **J.N. Coté** (Centre de recherche interdisciplinaire et de réhabilitation, Canada), était d'investiguer les effets d'une tâche de pointage répétitive (RPT) sur 2 cibles placées à la hauteur de l'épaule sur l'activité musculaire du complexe cou/épaule chez 13 hommes et 13 femmes. La survenue d'une fatigue, évaluée par le sujet à 8 sur l'échelle de Borg CR-10, était le critère d'arrêt de la tâche. L'amplitude et la variabilité (caractérisée par le coefficient de variation) des signaux EMG recueillis sur les 3 faisceaux du trapèze, le supra-épineux, le deltoïde moyen et le biceps *brachii* ont été analysés.

Les résultats montrent que la durée de réalisation de la tâche était en moyenne de 6,8 minutes sans qu'il

ait été constaté d'effet lié au genre. Une fatigue musculaire, objectivée par une augmentation de l'amplitude des signaux EMG sur la partie descendante du trapèze (+ 17 %), le supra-épineux (+28 %), le deltoïde moyen (+ 13 %) et le biceps (+ 38 %) a été observée au moment de l'arrêt de la tâche. Seul le muscle infra-épineux a présenté une augmentation du coefficient de variation en lien avec l'apparition de la fatigue. Enfin, uniquement chez les femmes, une plus grande variabilité au niveau du trapèze supérieur et du supra-épineux en début de tâche (première minute) est un facteur prédictif d'une plus grande endurance.

Ces résultats, combinés à ceux obtenus lors de précédentes études, ont montré une influence du genre sur les caractéristiques motrices du trapèze supérieur ainsi qu'un faible niveau d'activation et de variabilité du muscle supra-épineux chez des personnes présentant des atteintes du complexe cou/épaule. Des interventions visant à augmenter la variabilité motrice des muscles trapèze supérieur et supra-épineux pourraient permettre, notamment chez les femmes, d'agir sur la prévention des TMS de l'épaule et du cou.

## REPRODUCTIBILITÉ DE LA VARIABILITÉ MOTRICE DANS LE CAS DU PIPETAGE RÉPÉTITIF

La prévention des TMS du cou, des épaules ou des membres supérieurs en lien avec les gestes répétitifs s'appuie notamment sur une plus grande variabilité biomécanique dans la réalisation du travail. Celle-ci peut venir de l'environnement extérieur de l'opérateur (par exemple la rotation des postes) ou de l'opérateur lui-même (développement de plusieurs stratégies pour la réalisation d'une même tâche). Dans ce cas, la variabilité

motrice fait référence à la variation naturelle de l'opérateur dans les postures, les mouvements ou l'activité musculaire observés dans la réalisation d'une même tâche ou de tâches différentes.

L'étude présentée par **D. Srinivasan** (*Centre for Musculoskeletal Research, Suède*) a comme objectif d'étudier la reproductibilité jour après jour des paramètres clés de la variabilité motrice lors d'une tâche répétitive de pipetage dans des conditions contrôlées. Le pipetage est une tâche qui requiert une grande précision par le membre supérieur et qui suppose des exigences physiques et cognitives très importantes. Douze femmes droitières ont participé à l'étude et ont répété le même protocole 3 fois sur 3 jours différents. La tâche consistait à transférer, à l'aide d'une pipette, un liquide contenu dans un récipient situé à leur droite vers un ensemble de petits tubes placés devant elles avec un temps de cycle imposé de 2,8 s. La cinématique du mouvement du bras droit (angles articulaires, vitesse, accélération), l'EMG et la force exercée par le pouce sur la pipette ont été enregistrées.

Même si les résultats de l'étude qui était encore en cours n'ont pas été présentés, cette intervention a été l'occasion de débattre des différents paramètres à analyser pour mettre en évidence la variabilité motrice : l'amplitude articulaire, la moyenne des angles, la vitesse maximale, la vitesse moyenne, le temps nécessaire à l'obtention de vitesse maximale, l'accélération intégrée. Pour tous ces paramètres, l'auteur précise que la notion de variabilité motrice ne peut être utilisée que si les différences sont supérieures à 30 % par rapport à la situation de référence.

Cette étude, comme les précédentes, montre clairement les difficultés actuellement rencontrées

**PREMUS 2013**

8<sup>e</sup> conférence scientifique internationale sur la prévention des troubles musculosquelettiques

pour caractériser la variabilité motrice et également des effets liés au genre, à la fatigue musculaire ou encore à la présence de douleurs.

### **CARACTÉRISATION DE LA VARIABILITÉ MOTRICE PENDANT LA FATIGUE AVEC DES TECHNIQUES DE CORRÉLATIONS CROISÉES**

La fatigue musculaire peut conduire à des altérations du contrôle moteur, de la proprioception ou de la performance. Dans leurs réflexions **M. Yung** (Université de Waterloo, Canada) et **R. Wells** (Centre de recherche et d'expertise pour les TMS, Canada) cherchent à comprendre comment la variabilité d'une réponse motrice peut évaluer la performance et les perturbations du contrôle moteur. L'objectif de cette étude exploratoire était de documenter, à partir d'outils statistiques de corrélations croisées, l'analyse de la variabilité de la force exercée pendant un exercice d'extension du coude visant à provoquer une fatigue musculaire. Ces techniques peuvent apporter des informations supplémentaires dans l'analyse de la variabilité motrice, en caractérisant notamment la cohérence temporelle.

Quinze hommes ont participé à l'étude (moyenne d'âge 24 ans, écart type 4 ans). Un appareil a été spécialement conçu pour simuler une tâche de travail et pour exercer une force de résistance modulable. Les participants à l'étude devaient maintenir l'avant-bras en équilibre, dans une position fixe et résister à la pression appliquée par l'appareil variant cycliquement (selon une sinusoïde de période égale à 6 s) de 0 % à 30 % de la force maximale volontaire. L'expérimentation se faisait par période de 15 min, jusqu'à l'épuisement. Une analyse par corrélation croisée entre la consigne et

la force réellement développée a été conduite.

Pour chaque période, une diminution non significative des valeurs maximales de corrélation croisées entre le début, le milieu et la fin de chaque période a été observée. De même, il n'a pas été constaté de différence significative entre les différentes périodes.

Compte tenu des résultats présentés, l'utilisation des techniques de corrélation croisée apparaît intéressante pour l'analyse de la variabilité motrice et pourraient être utilisées dans de futures recherches.

Les études présentées dans cette rubrique de variabilité motrice ont fait objet d'un symposium qui s'est achevé avec plusieurs questions de mise en perspective :

- Quelle variable prendre en compte pour l'analyse de la variabilité motrice ?
- Quelle différence individuelle dans l'analyse de la variabilité motrice ?
- Quelle relation entre le mouvement (et la variabilité motrice) et la douleur/la fatigue ? Le paradoxe de l'œuf et de la poule.
- Est-il possible de concevoir des situations de travail prenant en compte la variabilité motrice ?
- Quelle relation entre le mouvement et les TMS ?
- Est-il possible de former les individus à la variabilité motrice ?

### **ACTIVITÉ PHYSIQUE DE TRAVAIL ET DE LOISIR : DES EFFETS SIMILAIRES SUR LA SANTÉ ?**

Une vie physiquement active est reconnue comme un facteur de longévité sans maladie chronique. De plus, l'activité physique est également un facteur pronostique essentiel dans la réadaptation des

personnes atteintes de TMS ou de maladies cardiovasculaires. Sur ces considérations, **A. Holterman** (Centre national de recherche sur les conditions de travail, Danemark) s'interroge sur le fait que les salariés ayant une exigence physique de travail élevée devraient alors bénéficier d'une longue vie en bonne santé. En réalité, les résultats en provenance de plusieurs cohortes danoises, incluant des salariés masculins, ont montré un risque accru de maladies cardiovasculaires et de mortalité toutes causes confondues chez les travailleurs réalisant un travail à forte exigence physique et plus particulièrement quand s'y associe un faible entraînement cardiovasculaire. D'autre part, un effet protecteur d'une pratique modérée à élevée d'une activité physique de loisir sur les pathologies cardiovasculaires et sur toutes les causes de mortalité parmi les salariés ayant une forte activité physique de travail a été rapporté. Ainsi, une activité physique de travail élevée n'a pas les mêmes effets en termes de santé cardiovasculaire et de longévité qu'une activité physique de loisir élevée.

Des décennies d'études en médecine sportive ont montré que des effets positifs sur la santé cardiovasculaire et celle de l'appareil locomoteur dépendaient de certains paramètres de l'activité physique : type, durée, intensité, variation, mouvement (statique ou dynamique), groupe de muscles impliqués, fatigue... Parallèlement, des décennies d'études ergonomiques ont montré que des combinaisons de ces mêmes critères pouvaient favoriser l'apparition de TMS ou de maladies cardiovasculaires.

Ces résultats, en apparence contradictoires, amènent à se demander pourquoi ou comment l'activité physique pratiquée pendant le temps libre est différente de

celle pratiquée pendant le travail. Une étude auprès de femmes de ménage a permis de montrer que malgré le fait qu'elles réalisaient en moyenne 20 000 pas par jour, leur aptitude cardiovasculaire était faible. Ce résultat paradoxal peut s'expliquer d'une part, par l'intensité de l'activité physique de ces salariées qui ne permet pas d'améliorer leur condition physique (> 60 % de la fréquence cardiaque maximale) et d'autre part, par un style de vie très sédentaire hors travail résultant d'une fatigue après le travail. L'activité de ces femmes de ménage ne correspond pas à des activités physiques de loisir normales comme la marche rapide, la course, la pratique du vélo, la natation. Ces résultats montrent que des efforts de recherche restent à faire afin de mieux comprendre l'influence de l'activité physique pendant le temps libre pour des personnes soumises à une forte exigence physique au cours du travail et la survenue de TMS.

## CAMPAGNES MÉDIATIQUES POUR LA PRÉVENTION DES MALADIES PROFESSIONNELLES : QUAND L'ÉDUCATION N'EST PAS SUFFISANTE

D.P. Gross (Alberta University, Canada) a porté un regard d'ensemble sur des campagnes médiatiques et leurs évaluations afin de modifier la perception de la société sur le mal de dos. Ces campagnes ont été menées et évaluées dans différents pays (Australie, Écosse, Norvège, Canada), le message clé étant de rester actif ; au moins trois d'entre elles ont utilisé la même formule : « *Back Pain : Don't Take It Lying Down* »<sup>1</sup>. Par rapport à la première campagne lancée en Australie

1. Mal de dos : ne le laissez pas vous mettre sur le dos.

(réalisée entre septembre 1997 et décembre 1999), les autres ont eu moins de succès avec certes des améliorations dans les croyances mais sans que cela entraîne des évolutions sur les comportements. D'autres campagnes médiatiques ciblées sur la sécurité au travail ont été conduites avec l'objectif de favoriser des comportements sécuritaires au poste de travail. Toutefois, peu d'entre elles ont été évaluées. Dans sa présentation, D.P. Gross rapporte que la transition d'une croyance vers un changement de comportement correspondant repose sur la perception que l'évolution positive sur la santé l'emporte sur les contraintes liées au changement de comportement, mais également sur un contexte social, environnemental et politique favorisant. Ainsi, certaines stratégies de changement de comportement social ont été discutées ; elles incluent l'éducation publique, la réglementation, la politique de santé publique et l'aspect social lié à une réduction des coûts des lombalgies pour la société. L'évaluation des campagnes médiatiques réalisées met en évidence le fait que l'éducation n'est pas suffisante pour encourager des changements de comportement de façon positive et durable si elle ne s'accompagne pas de stratégies concomitantes.

## CONCLUSION

Cette brève note de synthèse ne reflète que quelques uns des champs qui ont été abordés lors de cette 8<sup>e</sup> conférence scientifique sur la prévention des troubles musculosquelettiques. Parmi tous les autres, on peut notamment citer des présentations dans le champ de l'épidémiologie, des stratégies et de l'évaluation d'intervention en entreprise, de la mesure des expositions, du retour au travail... La communauté scientifique internationale reste plus que jamais mobilisée pour faire progresser la prévention des TMS.