

EXAMINATION OF THE ADAPTOR APPROACH FOR THE MEASUREMENT OF HAND-TRANSMITTED VIBRATION EXPOSURE

Xueyan S. Xu, Daniel E. Welcome, Christopher Warren,
Thomas W. McDowell, and Ren G. Dong

Engineering and Engineering & Control Technology Branch, Health Effects Laboratory Division, National Institute for Occupational Safety and Health, 1095 Willowdale Road, Morgantown, West Virginia, USA

ETUDE DE LA METHODE AVEC ADAPTATEUR POUR LES MESURES D'EXPOSITION AUX VIBRATIONS TRANSMISES PAR LA MAIN

Traduction effectuée par la Sté ATC

1. INTRODUCTION

According to the current ISO 5349-2 (2001) [1], hand-transmitted vibration (HTV) exposure should be measured using accelerometers rigidly fixed on the vibrating surface in the hand contact areas. If it is difficult to apply this approach, HTV can be alternatively measured using an adaptor held in the hand (ISO 5349-2, 2001) [2]. Compared with the direct approach, the adaptor approach has several advantages if applied appropriately. For example, it could be more efficient for the measurement and less intrusive to the tool operation; hence, it may be suitable for a long-term monitoring measurement. Probably for this reason, the adaptor approach has been considered in the development of some convenient or direct-reading devices for HTV measurement. However, it is not the preferred option in the standardized methodology, primarily because the adaptor vibration could be affected by the inconsistency of the hand-applied forces and the biodynamic response of the hand. The objectives of this study are to find the specific mechanisms of the biodynamic effects and to identify the optimized design of the adaptor and/or its hand-holding strategy so that the undesired effects could be minimized.

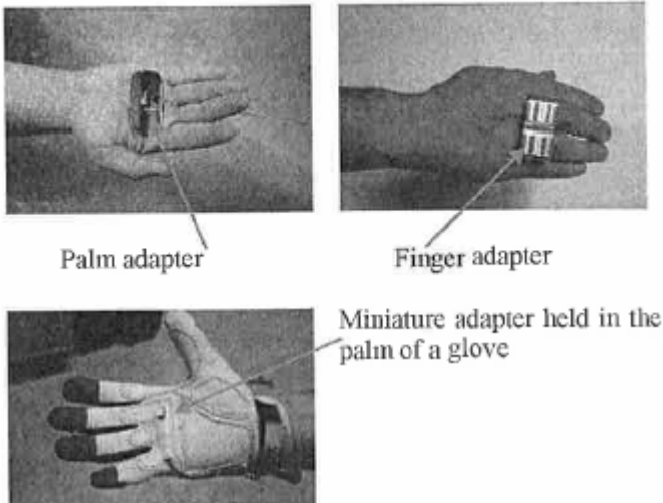


Figure 1: A pictorial view of three adaptors

2. METHOD

Three typical adaptors were considered in this study, as shown in Figure 1. The first one is a palm adaptor designed based on the requirements of ISO 10819 (1996) [3], and it was built in house. The second one is a finger adaptor

1 INTRODUCTION

Selon la norme ISO 5349-2 (2001), l'exposition aux vibrations transmises à la main (HTV) doivent être mesurées en utilisant un accéléromètre solidement fixé sur la surface vibrante en contact avec la main. S'il est difficile d'appliquer cette méthode, il est possible d'utiliser une méthode alternative en utilisant un adaptateur tenu à la main (ISO 5349-2, 2001). En comparaison avec la méthode directe, la méthode avec un adaptateur a plusieurs avantages si elle est convenablement appliquée. Par exemple, cela peut être plus efficace pour le mesurage et moins intrusif pour l'utilisation de l'outil, et plus approprié pour les mesures de plus longues durées. Certainement pour ces raisons, la méthode avec adaptateur a été considérée comme un moyen plus commode et d'une lecture directe plus aisée des mesures de vibrations mains-bras.

Cependant, ce n'est pas l'option préférée dans la méthodologie standard, principalement parce que l'adaptateur peut être affecté par la force de préhension et la réponse biodynamique de la main. Les objectifs de cette étude sont de trouver les mécanismes spécifiques des effets biodynamiques et d'identifier le meilleur type d'adaptateur et/ou la stratégie pour que les effets indésirables soient minimisés.

Adaptateur paume adaptateur doigt

Adaptateur miniature tenu dans la paume d'un gant.

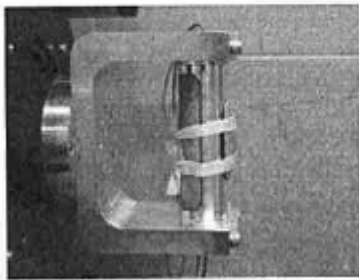
Figure 1 : Vue illustrée des trois adaptateurs

2 METHODE

Trois adaptateurs typiques ont été testés dans cette étude, comme le montre la figure 1. Le premier est un adaptateur de paume basé sur l'exigence de la norme ISO 10819 (1996), de fabrication « maison ». Le second est un adaptateur de doigt semblable à un

similar to a commercially available model [4], and the third one is a miniature adapter held in the palm of a glove [5]. All three adapters were equipped with tri-axial accelerometers. The experiment was carried out on a hand-arm vibration test system equipped with an instrumented handle that can measure the tri-axial vibration excitations and the applied grip force. A force plate was used to measure the applied push force on the handle.

To establish the baseline measurement, each adapter was attached to the handle along the vibration direction, as shown in Figure 2. The vibrations in three orthogonal directions on both the adapter and handle were simultaneously measured.



Palm adapter attached to the hand with rubber bands

Figure 2: Test setup for measuring the baseline value of the palm adapter. The other two adapters were separately attached to the handle in a similar manner.

In the subject test, each of the adapters was held at its designed position at the fingers or palm of the hand, as shown in Figure 3. Three subjects participated in the test of the palm adapter and two of them participated in the tests of the other two adapters. Each of the subjects applied 30 N grip force and 50 N push force on the handle in the tests.

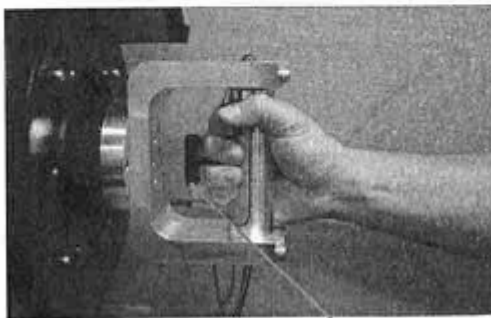


Figure 3: Subject test of the finger adapter

modèle disponible dans le commerce (5), et le troisième est un adaptateur miniature situé dans la paume d'un gant.

Les trois adaptateurs sont équipés d'un accéléromètre triaxial. L'expérience a été effectuée sur un ban de test de vibration mains-bras qui peut mesurer les vibrations triaxiales produites et la force de préhension appliquée. Une plaque de force a été utilisée pour mesurer la force de poussée appliquée à la poignée.

Afin d'établir la mesure de base, chaque adaptateur a été fixé à la poignée dans l'axe des vibrations, comme indiqué dans la figure 2. Les vibrations dans les trois directions orthogonales ont été mesurées simultanément sur la poignée et sur l'adaptateur.

Adaptateur de paume attaché à la poignée avec du ruban adhésif élastique.

Figure 2 : Installation pour le test de mesure de base avec l'adaptateur de paume. Les deux autres adaptateurs ont été fixés séparément à la poignée de la même manière.

Dans le test en question, chaque adaptateur a été tenu comme prévu dans sa conception d'origine, aux doigts ou dans la paume de la main, voir figure 3. Trois personnes ont participées aux tests avec l'adaptateur de paume et deux d'entre elles ont participées aux tests avec les deux autres adaptateurs. Chacun a appliqué une force de préhension de 30 N et une force de poussée de 50 N sur la poignée pendant les tests.

Figure 3 : Test avec l'adaptateur de doigt

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

The vector sums of the three axes accelerations (root-mean-square values) at each one-third octave band frequency were calculated and used to evaluate the adapters.

Figure 4 shows the vibration transmissibility functions of the palm adapter under different test conditions. Large drifts from the baseline values were observed at the low and middle frequencies (<100 Hz). The variations were also subject- and test trial-dependent. It is thus difficult to correct the potential errors in the post-data analyses. The drifts primarily resulted from the rocking movements of the adapter that is largely influenced by the biodynamic response of the hand. This principle suggests that the potential measurement errors could also be adapter-specific.

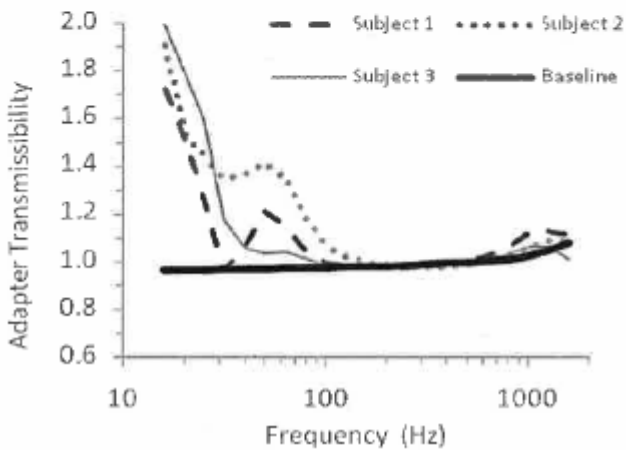


Figure 4: Comparison of baseline transmissibility of the palm adapter with those measured with three subjects.

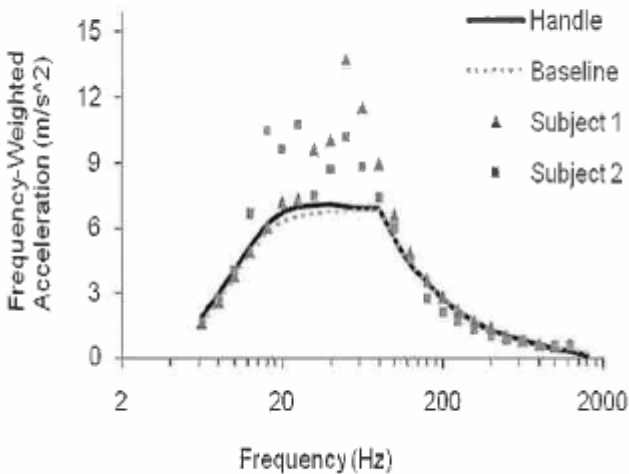


Figure 5: Comparisons of excitation/handle accelerations, baseline values of the finger adapter, and test results.

3 RESULTATS ET COMMENTAIRES

Les sommes vectorielles des trois axes d'accélération (valeurs RMS) sur chaque bande de tiers d'octave ont été calculées et utilisées pour évaluer les adaptateurs.

La figure 4 montre la transmission des vibrations de l'adaptateur de paume dans les différentes conditions de tests. Une grande dérive est observée par rapport aux valeurs de base dans les basses et moyennes fréquences (<100Hz). Les variations dépendent aussi de la personne et des conditions du test. Il est ainsi difficile de corriger les erreurs potentielles dans une analyse de données postérieures. Les variations sont principalement dues aux mouvements de balancement de l'adaptateur qui est largement influencé par la réponse biodynamique de la main. Ce principe laisse penser que les erreurs potentielles du mesurage peuvent être causées par l'adaptateur.

- - - Sujet 1 Sujet 2
 — Sujet 3 — Mesure de référence de l'adaptateur

Figure 4 : Comparaison des transmissions de la mesure de référence avec celles de l'adaptateur de paume mesurées sur les trois sujets.

— Poignée
 Mesure de référence de l'adaptateur
 ▲ Sujet 1
 ■ Sujet 2

Figure 5 : Comparisons des accélérations produites sur la poignée aux valeurs de référence de l'adaptateur de doigt, et résultats des tests.

Figure 5 shows the results of the finger adapter tests. The vibration of a finger adapter could be greatly affected in the frequency range from 25 to 80 Hz, especially in the range (30 to 50 Hz) of the fundamental resonance of the hand-arm system. The rotational vibration was also identified as one of the major sources affecting the translational vibration measurement required in the risk assessment of HTV exposure.

Figure 6 shows the results measured with the miniature adapter held in the palm of the glove. This adapter approach provided with the most reliable measurement of the frequency-weighted acceleration [1].

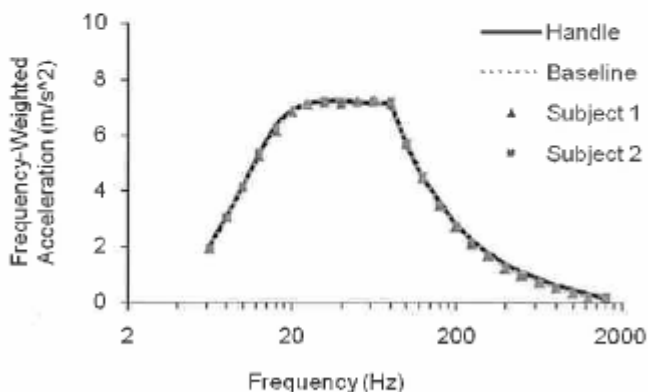


Figure 6: Comparisons of excitation/handle accelerations, baseline values of the miniature adapter held at the palm of a glove, and its subject test results.

REFERENCES

- [1] ISO 5349-1 (2001). *Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 1: General requirements* (International Organization for Standardization, Geneva).
- [2] ISO 5349-2 (2001). *Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 2: Practice guidance for measurement in the workplace* (International Organization for Standardization, Geneva).
- [3] ISO 10819 (1996). *Mechanical vibration and shock -- hand-arm vibration -- method for the measurement and evaluation of the vibration transmissibility of gloves at the palm of the hand* (International Organization for Standardization, Geneva).
- [4] <http://www.larsondavis.com/VibTrack/index.htm>
- [5] <http://www.scantekinc.com/vibration/vibrationevk.htm>

DISCLAIMERS

The content of this publication does not necessarily reflect the views or policies of the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), nor does mention of trade names, commercial products, or organizations imply endorsement by the U.S. Government.

La figure 5 montre les résultats des tests de l'adaptateur de doigt. Les vibrations de l'adaptateur de doigt peuvent être grandement affectées dans les fréquences de 25 à 80 Hz, principalement dans la gamme (30 à 50 Hz) de résonance fondamentale du système mains-bras. La vibration rotative a aussi été identifiée comme une des sources majeures affectant la mesure de vibration translationnelle exigée dans l'évaluation des risques d'exposition mains-bras.

La figure 6 montre les résultats mesurés avec l'adaptateur miniature positionné dans la paume d'un gant. Ce type d'adaptateur fournit la mesure la plus fiable de la fréquence d'accélération mesurée.

- Poignée
- Mesure de référence de l'adaptateur
- ▲ Sujet 1
- Sujet 2

Figure 6 : Comparisons des accélérations produites sur la poignée aux valeurs de référence de l'adaptateur miniature positionné dans la paume d'un gant, et résultats des tests.

RESPONSABILITE

Le contenu de cette publication ne reflète pas obligatoirement les vues ou la politique du National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), ne mentionne pas les marques, les produits commerciaux, ou les organisations accréditées par le gouvernement U.S.