

AUXIVO

DeltaSuit Performance Sheet

auxivo.com



Introduction

Évaluation ergonomique du soutien apporté par l'exosquelette d'épaule DeltaSuit lors de la manipulation d'outils électriques et d'objets au-dessus du niveau des épaules chez des hommes et des femmes en âge de travailler.

La DeltaSuit est un exosquelette léger et passif qui soutient les muscles du bras, de l'épaule, du cou et du dos lors de travaux effectués au niveau des épaules et au-dessus. Il est équipé d'éléments élastiques intégrés qui stockent l'énergie pour soutenir l'utilisateur et réduire la charge de travail. Une évaluation scientifique réalisée à l'Institut fédéral suisse de technologie/ETH Zurich a montré que le DeltaSuit réduit l'activité musculaire et ralentit le développement de fatigue. Lorsque les muscles se fatiguent moins vite, l'utilisateur ressent moins de fatigue et peut effectuer la même tâche plus longtemps.

Informations sur l'étude

Trente-deux participants (dont 15 femmes) en âge de travailler (20 à 65 ans) se sont rendus au laboratoire d'ingénierie de la réhabilitation pour effectuer différentes tâches avec et sans le DeltaSuit. Les tâches comprenaient notamment l'utilisation d'une perceuse électrique au-dessus du niveau des épaules, la manipulation de petits objets au-dessus du niveau des épaules ainsi que le maintien de diverses positions des bras avec et sans outil électrique.

Au cours de ces tâches, la fréquence cardiaque, l'activité musculaire, la fatigue musculaire, la fatigue ressentie et l'expérience de l'utilisateur ont été mesurées afin de comparer le travail avec et sans le DeltaSuit.

Différents niveaux de soutien

L'utilisateur peut choisir entre deux niveaux de soutien: le niveau 1 offre un soutien de pointe de 5,2 Nm, tandis que le niveau 2 offre un soutien de 6,6 Nm. En fonction de la position des bras, le niveau 1 soulage les muscles des épaules et du cou de 20 à 50%. Lors des mesures en laboratoire, le passage au niveau 2 a apporté un soulagement supplémentaire de 20%. Le niveau de soutien adapté à chaque tâche dépend du poids de l'outil utilisé, de la position des bras et de l'expérience de l'utilisateur avec le DeltaSuit.

Charge musculaire

- Le DeltaSuit a réduit l'activité musculaire dans les muscles du cou et des épaules jusqu'à 65%.
- La charge musculaire au niveau des épaules a été réduite de 33% lors de l'utilisation d'un outil électrique et de 36% lors de la manipulation de petits objets.
- La réduction de la charge musculaire a rendu le travail au-dessus des épaules nettement plus confortables.
- Lorsque les muscles travaillent moins, ils se fatiguent moins vite.

Fatigue musculaire

- Le DeltaSuit a réduit la fatigue de 45% des muscles de l'épaule, de 60% de la partie supérieure du bras et de 75% du cou lors de l'utilisation d'un outil électrique au-dessus de la tête.
- Les changements de la fatigue musculaire sont associés à des changements du degré d'épuisement ressenti par l'utilisateur et à la durée pendant laquelle la tâche peut être effectuée.

Coût cardiaque

- Lorsque les muscles travaillent moins, ils consomment moins d'oxygène, ce qui peut diminuer la fréquence cardiaque.
- En portant le DeltaSuit en utilisant un outil électrique, le coût cardiaque a baissé de 15%.
- L'utilisation du DeltaSuit lors de la manipulation d'objets au-dessus de la tête a permis de réduire le coût cardiaque de 12%.

Ergonomie

- Le travail au-dessus de la tête peut être inconfortable. Le DeltaSuit a permis de réduire la gêne ressentie au niveau de l'épaule, du cou et de la partie supérieure du bras.
- Les utilisateurs ont indiqué que l'exosquelette ne les gênait peu ou pas du tout dans leurs mouvements.
- Les utilisateurs ont attribué une note moyenne de 5/5 au poids, à la sécurité et à la facilité d'utilisation du DeltaSuit.

Effets sur la charge musculaire

Dans l'étude, le soutien du DeltaSuit a réduit la charge musculaire de l'épaule de 33% lors de l'utilisation d'un outil électrique et de 36% lors d'une tâche d'assemblage. L'activité des muscles de l'épaule a été réduite jusqu'à 65% pendant les tâches statiques.

Méthode scientifique

L'activité musculaire a été mesurée par électromyographie de surface. Plus précisément, les muscles du bras (biceps brachii), de l'épaule (deltoïde antérieur), du cou (trapèze supérieur) et du bas du dos (erector spinae au niveau lombaire) ont été mesurés.

Le signal a été enregistré et traité selon les directives européennes (SENIAM). Préalablement aux tâches, les participants ont effectué un exercice de contraction volontaire maximale. L'activité musculaire a été normalisée par rapport à la plus élevée des deux tentatives de contraction volontaire maximale.

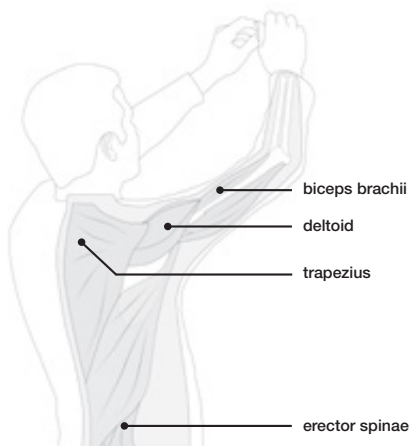
Pour donner une idée de l'intensité de l'effort musculaire au cours de chaque tâche, la moyenne quadratique de l'activité musculaire normalisée est indiquée.

Effet de l'utilisation du DeltaSuit sur la charge musculaire

L'utilisation du DeltaSuit a réduit de manière significative l'activité musculaire dans les muscles du bras, de l'épaule et du cou, pour toutes les tâches.

La réduction moyenne de l'activité musculaire de l'épaule a atteint 65% en tenant les bras à un angle de 90° devant le corps. Aucun effet négatif tel qu'une activation supplémentaire des muscles du bas du dos n'a été observé. L'activité des muscles du dos a même été réduite de manière significative durant la tenue d'une perceuse électrique de 1,8 kg.

Lorsque les muscles doivent travailler moins fort, les mouvements deviennent plus précis et les muscles se fatiguent moins vite.



Avantages lors de l'utilisation d'un outil électrique

Lors de la fixation de vis à l'aide d'une perceuse électrique, l'utilisation du DeltaSuit a permis de réduire de manière significative la charge musculaire dans l'épaule de 33%, dans le cou de 22% dans le bras de 17%.



Avantages lors de la manipulation d'objets

Lors de la manipulation de petits objets au-dessus du niveau des épaules sans outil, le soutien fourni par le DeltaSuit a réduit de manière significative la charge musculaire dans le haut du corps. Plus précisément, la charge musculaire de l'épaule a été réduite de 36%, celle du cou de 34% et celle du bras de 37%.



Effets sur la fatigue

Dans l'étude, le support du DeltaSuit a réduit la fatigue des muscles de l'épaule de 45%, de 60% dans la partie supérieure du bras et de 75% dans le cou, lors de l'utilisation d'un outil électrique au-dessus de la tête.

Méthode scientifique

L'activité musculaire a été mesurée par électromyographie de surface. Plus précisément, les muscles du bras (biceps), de l'épaule (deltoïde), du cou (trapèze supérieur) et du dos (érecteur de la colonne vertébrale) ont été mesurés.

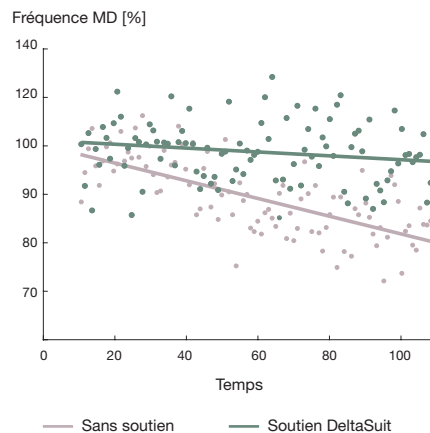
Le signal a été enregistré et traité conformément aux directives européennes (SENIAM).

Pour savoir à quelle vitesse les muscles se fatiguent pendant la tâche, la vitesse de diminution de la fréquence médiane de l'activité musculaire au fil du temps a été observée.

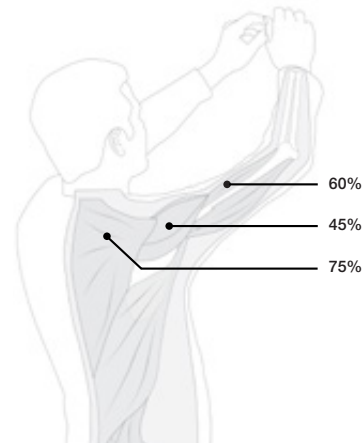
Les participants ont évalué leur effort perçu sur une échelle de 10 points allant de l'absence d'effort à l'effort maximal.

Effet de l'utilisation du DeltaSuit sur la fatigue musculaire

Lorsque les muscles se fatiguent, le rapport entre les fibres musculaires à contraction rapide et les fibres musculaires à contraction lente activées change. Il en résulte une modification de la fréquence du signal d'activité musculaire. Plus la fréquence médiane est basse par rapport au début de la tâche, plus les muscles sont fatigués. Dans la figure, on observe le muscle deltoïde d'un participant se fatiguer de manière excessive lors d'une tâche sans soutien. Avec le soutien du DeltaSuit, il n'y a pratiquement pas de fatigue observable pendant la tâche.



Sur l'ensemble des participants, le taux de chute de la fréquence d'activité musculaire médiane était significativement plus faible lors du port du DeltaSuit. Dans l'étude, le support du DeltaSuit a réduit la fatigue de 45% dans les muscles de l'épaule, de 60% dans la partie supérieure du bras et de 75% dans le cou lors de l'utilisation d'un outil électrique au-dessus de la tête.



Effets sur la fatigue perçue

Le travail en hauteur est éprouvant. La vitesse réduite à laquelle les muscles se fatiguent dans l'étude se reflète dans l'expérience des participants. Les participants de l'étude ont estimé que le travail en hauteur était assez difficile ou difficile sans le soutien de l'exosquelette. L'utilisation du DeltaSuit a permis de réduire de 20% le niveau d'effort déclaré. Ces changements instantanés dans la sensation de fatigue s'amplifient vraisemblablement au cours d'une journée de travail. Cela signifie que les travailleurs rentreront chez eux en se sentant moins fatigués après une journée de travail avec le DeltaSuit.

Effort rapporté jusqu'à 20%



Effets sur le coût cardiaque

Lorsque les muscles travaillent moins, ils consomment moins d'oxygène, ce qui réduit la fréquence cardiaque de l'utilisateur. Le port du DeltaSuit lors de l'utilisation d'un outil électrique a permis de réduire le coût cardiaque de 15%.

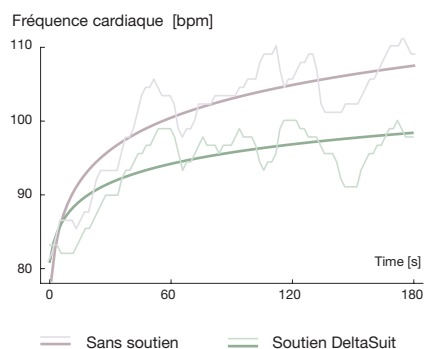
Méthode scientifique

La fréquence cardiaque a été enregistrée à l'aide d'un capteur optique de fréquence cardiaque. Les participants portaient le capteur de fréquence cardiaque au poignet non dominant. Le signal a été traité à l'aide du logiciel fourni avec le capteur pour obtenir le nombre de battements par minute (bpm).

Le coût cardiaque est calculé comme étant la différence entre la fréquence cardiaque pendant la tâche et la fréquence cardiaque au repos. Il reflète les battements supplémentaires par minute que le cœur doit effectuer pour accomplir la tâche en question.

Au début d'une tâche, nos muscles s'activent immédiatement et utilisent de l'oxygène. Pour fournir aux muscles l'oxygène supplémentaire dont ils ont besoin et pour éliminer les déchets, le cœur se met à battre plus vite. Après quelques minutes de travail ininterrompu, la fréquence cardiaque se stabilise et le coût cardiaque de la tâche peut être calculé.

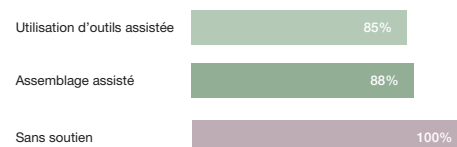
La figure montre le rythme cardiaque d'un participant qui utilise un outil électrique au-dessus du niveau des épaules.



Le coût cardiaque de la fixation de vis à l'aide d'une perceuse électrique au-dessus de la tête était de 21 bpm. Pendant l'étude, le soutien du DeltaSuit a permis de réduire le coût cardiaque de 15%, à 18 bpm.

Le coût cardiaque de la manipulation de petits objets au-dessus des épaules était de 23 bpm sans le soutien de l'exosquelette. Pendant l'étude, le soutien du DeltaSuit a réduit le coût cardiaque de 12% à 20 bpm.

Coût cardiaque jusqu'à 15%



Ergonomie et confort

Le DeltaSuit a réduit la gêne ressentie au niveau de l'épaule, du cou et du bras, tout en n'entraînant que peu ou pas de contraintes de mouvement. Les utilisateurs ont estimé que le poids, la sécurité et la facilité d'utilisation de l'exosquelette étaient optimaux.

Méthode scientifique

Les utilisateurs ont été invités à évaluer la contrainte et l'inconfort perçu sur une échelle de 10 points.

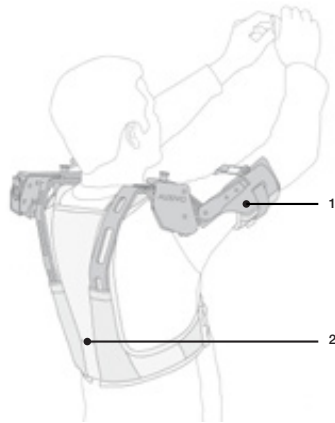
La facilité d'utilisation du système a été évaluée à l'aide d'un questionnaire normalisé:

Évaluation de la satisfaction des utilisateurs d'appareils et accessoires fonctionnels du Québec (Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Devices).

Liberté de mouvement

Pour apporter un soutien significatif lors de diverses tâches, il est important que les mouvements ne soient pas entravés.

Comme la DeltaSuit se fixe à la poitrine et non aux hanches, les mouvements du torse sont totalement libres. Le mécanisme télescopique du bras et l'élasticité de la veste minimisent les désalignements entre les articulations des utilisateurs et l'exosquelette. Cela se reflète dans le fait que les participants à l'étude ont déclaré ne ressentir que peu ou pas de contraintes lors des tâches.



Désalignement minimal et auto-ajustement de la taille grâce (1) au mécanisme télescopique du bras et (2) à l'élasticité de la veste.

Ajustement optimal

Pour tester l'ajustement du DeltaSuit, des participants de différentes morphologies ont été inclus dans l'étude. Des participants pesant entre 44 et 98 kg et mesurant entre 1,60 et 1,94 m ont été équipés des deux tailles d'exosquelette. Grâce à l'élasticité de la veste, celle-ci s'est bien adaptée à une large variété de largeurs d'épaules (36-64 cm) et le mécanisme télescopique de la partie supérieure du bras permet à l'exosquelette de s'ajuster automatiquement à une gamme de longueurs de bras.

Facilité d'utilisation

À la fin du protocole d'étude d'une heure et demie, les participants se sont déclarés satisfaits de l'appareil (4,3/5). Pesant environ 2 kg, le DeltaSuit a été perçu comme très léger. L'exosquelette s'adapte automatiquement à la largeur des épaules et à la longueur des bras de l'utilisateur, ce qui rend l'exosquelette intuitif et facile à utiliser. Les participants ont été très satisfaits (5/5) du poids du DeltaSuit, de sa facilité d'utilisation et de leur sentiment de sécurité lors de l'utilisation de l'exosquelette.

Satisfaction déclarée 4.3/5



Droits d'auteur

Édition: Avril 2023 © Auxivo AG
Le contenu de ce document est
protégé par le droit d'auteur.
Tous droits réservés.

Auxivo® et DeltaSuit® sont des
marques déposées appartenant
à Auxivo AG.

Quel que soit le but recherché,
l'utilisation de ces marques est
interdite sans l'autorisation
écrite d'Auxivo AG.

Modifications techniques, erreurs
et omissions sans préavis.

Contact

Quartier général

Auxivo AG
Sonnenbergstrasse 74
CH-8603 Schwerzenbach
T +41 77 250 35 31
info@auxivo.com

Zone de vente

Suisse

Banu Aslan
Area Sales Representative
T +41 78 204 09 05
banu.aslan@auxivo.com

Allemagne

Marc Kunkel
Area Sales Representative
T +49 16 2238 0780
marc.kunkel@auxivo.com

France

Oscar Fernandez
Sales Manager
T +33 642 458 114
oscar.fernandez@auxivo.com

Benelux

Joël Bonsafo Bawua
Area Sales Representative
T +32 483 581 451
joel.bonsafo@auxivo.com

Margaux Garcia
Area Sales Representative
T +33 663 826 313
margaux.garcia@auxivo.com

Espagne

Oscar Fernandez
Sales Manager
T +33 642 458 114
oscar.fernandez@auxivo.com

Designed & Engineered in Switzerland

