

Referent/in

Schmalz, Thomas (Göttingen DE) | Dr.

Ottobock SE & Co. KGaA - Clinical Research & Services / Biomechanics

Titel

Ein passives Exoskelett für Überkopfarbeiten: Beschreibung des Anwendernutzens auf der Basis biomechanischer und metabolischer Parameter

Coauthors

Bornmann J, Schirrmeister B, Ernst M, Schuler M, Schändlinger J

Zusammenfassung

Im Beitrag wird gezeigt, dass die Nutzung eines passiven Exoskeletts bei Überkopfarbeiten zu einer signifikanten Reduktion der Muskelaktivitäten und metabolischen Parameter führt, was schulterentlastend wirkt und als Reduktion der Gesamtbelastung des Organismus interpretierbar ist.

Einführung

Überkopfarbeiten sind ein Risikofaktor für das Entstehen degenerativer Erkrankungen des Schultergelenks [1]. Mit dem Einsatz von Handhabungshilfsmitteln, z.B. handgeführte Manipulatoren werden Überkopfarbeiten in der Praxis teilweise unterstützt, jedoch werden diesen Hilfsmitteln wesentliche Nachteile zugeschrieben (u.a. geringe Nutzerakzeptanz aufgrund von Zeitverzögerungen [2]). In diesem Sinne können neuentwickelte Exoskelette aufgrund relativ geringer Masse, hoher Flexibilität und Tragekomfort ernsthafte Alternativen sein. Im Beitrag werden biomechanische und metabolische Resultate vorgestellt, die die objektiven Vorteile dieser Hilfsmittel für den Anwender dokumentieren.

Methodik

Das passive Exoskelett PAEXO (Ottobock) wurde unter Laborbedingungen von 12 gesunden Probanden, die keine Erfahrung in der Nutzung von Exoskeletten aufwiesen (24 ± 3 J, 176 ± 15 cm, 73 ± 15 kg) bei zwei 5-minütigen Überkopftätigkeiten getestet (Test 1: Muttern an- und abschrauben (statische Bedingung– SB, Abb. 1); Test 2: Bohren mit Akkuschauber (semistatische Bedingung - SSB)).

Beide Tests wurden sowohl mit als auch ohne Exoskelett in randomisierter Reihenfolge durchgeführt. Während der Tests wurden die 3D-Winkel des Schultergelenks, der

Flexionswinkel des Ellenbogengelenks (VICON, GB und ALKASKA/Dynamicus, Deutschland), elektromyografische Parameter der Schulter-, Rücken- und Armmuskulatur (NORAXON Telemyo DTS, USA) sowie Sauerstoffrate und Herzfrequenz (CORTEX, Germany) gemessen.

Ergebnisse

Mit Exoskelett reduzierte sich die Sauerstoffrate signifikant um 10% (SB) und 11% (SSB). Der mittlere Schulteranteversionswinkel war in beiden Tests mit und ohne Exoskelett annähernd gleich (SB (95°) und SSB (115°)). Mit Exoskelett wurde eine erhöhte Schulterabduktion gemessen (35 vs 29° (SB) und 40 vs 32° (SSB), $p \# 0.01$). Das Ellenbogengelenk war mit Exoskelett stärker flektiert für SSB (73 vs 67°, $p \# 0.01$) und etwa gleich für SB (61°). Für die gleichgerichtete und RMS-geglättete EMG-Amplitude ergab sich mit Exoskelett für alle abgeleiteten Muskeln eine signifikante Reduktion. Die stärksten Reduktionen wurde für den m.deltoideus (55% SB, 44% SSB, $p \# 0.01$), den m.trapezius (41% SC, 28% SSC, $p \# 0.01$) und den m.biceps brachii (60% SC, 48% SSC, $p \# 0.01$) gemessen. Für den „Muscle Fatigue Index“ [3], einen Parameter, der die lokale Muskelermüdung kennzeichnet, ergab sich tendenziell für alle Muskeln eine Reduktion bei Nutzung des Exoskeletts, anzeigend geringere Ermüdungseffekte. Dieser Effekt war wiederum am stärksten und signifikant ausgeprägt für den m.deltoideus und m.biceps brachii.

Schlußfolgerung

Aus den drastischen Reduktionen der Muskelaktivitäten in Verbindung mit nur geringen Veränderungen der Schulter- und Ellenbogengelenkwinkel kann geschlossen werden, dass für die Ausführung der Tätigkeiten bei Nutzung des Exoskeletts geringere Muskelkräfte in der schulterübergreifenden Muskulatur notwendig sind. Aus biomechanischer Sicht bedeutet dies, dass sich auch die Gelenkkompressionskräfte verringern, interpretierbar mit einer signifikanten Entlastung des Gelenks. Ob sich daraus eine direkte Verringerung des Risikos der Entstehung arbeitsbedingter Gelenkerkrankungen ergibt, muss mit Langzeitbeobachtungen von Beschäftigten final verifiziert werden. Die mit Exoskelett nachgewiesene Reduktion der metabolischen Parameter zeigt an, dass die Nutzung des Hilfsmittels zu einer Verringerung der physischen Gesamtbelastung bei Überkopftätigkeiten führt.

Literaturreferenzen

[1] Grieve & Dickerson, Occup Ergonom 8 (2008), 1, 53 – 66.

[2] Reinhart, G. et al.: wt-online 9 (2006), 569 – 574.

[3] De Luca, C. & Knaflitz, M.: "Surface Electromyography: Whats New?," C.L.U.T, 1992.

Image: Abb1 PAEXO_2510.jpg

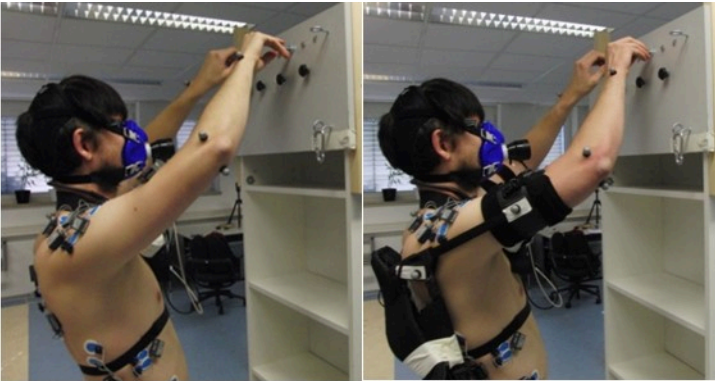


Abb. 1: Durchführung des Tests A mit (rechts) und ohne (links) Exoskelett