模擬作業を用いた装着型アシストツールのアシスト効果の評価

○泉 博之（産業医科大学）

和田 親宗，岸本 あらき（九州工業大学大学院）

田中 孝之（北海道大学大学院）

Verification of the load alleviation effect of using a work assist tool with simulated work

Hiroyuki IZUMI (University of Occupational and Environmental Health, Japan),

Chikamune WADA, Araki KISHIMOTO (Kyushu Institute of Technology),

Takayuki TANAKA (Hokkaido University)

1. はじめに

職場において腰痛をはじめとする作業関連性運動器障害の予防を目的として、作業改善・職場環境改善などの従来型の作業管理的手法に基づいた様々な腰痛予防対策が行われてきた。しかしながら、職場改善がコストや環境などの問題から困難である、非定常的（一時的）な作業であるなどの理由から、これまでの職場改善手法が適用できない場合があるのも事実である。そこで、近年発達してきているロボット技術を利用した装着型作業動作アシストツール（以下アシストツールと記述）が注目されている。現在、様々なタイプのアシストツールが提案され、それらの作業関連性運動器障害予防効果に期待が集まっている。

アシストツールを職場で活用し、作業関連性運動器障害を予防するためには、アシスト対象とする作業を分析して、作業に最適なアシストツールを選定し、正しく導入する必要がある。間違った形で導入を行えば、単に効果が得られないだけでなく、アシスト対象の身体部位以外に悪影響を与える可能性が考えられる。そのため、アシストツールの特性を十分に理解し、導入する作業とのマッチングを図ることが、より効果的にアシストツールを使用するためには重要である。

本研究では、現場作業に頻出する動作を盛り込んだ模擬作業を作成し、装着型作業アシストツールの表面筋電図と主観評価から腰部筋負担軽減効果を評価する事を目的とした。

2. 方法

本研究では、既に実用化され、職場への導入も進められているスマートサポート社製 Smart Suite Light（以下SSL）を使用した。SSLは弾性材の張力のみでアシストを行うため、軽量であり、

モーターやアクチュエータを使用しないため、暴走の心配が無く安全面で有利である。

本研究で使用した模擬作業は、作業現場で多く見受けられる①重量物の持ち上げ、②運搬（歩行）、③ひねりを伴う持ち上げ、④前屈姿勢保持を組み合わせて作成した約1分間の重量物（本研究では10kgを使用）取扱い作業である。本研究では、模擬作業10回の繰り返しを一試行として、SSL装着および非装着の各条件において、3試行（計30回）行わせ、SSL装着時と非装着時の筋活動について比較評価した。模擬作業実施時の動作速度は、毎分60拍のメトロノームを用いてコントロールした。

筋電図は、脊柱起立筋、腹直筋、大腿直筋および大腿二頭筋の左右8箇所について計測を行い、サンプリング周波数500Hzで記録を行った。模擬作業中は、筋電図の記録と同時に赤外線モーションキャプチャーシステムを用いて作業動作の記録を行い、要素動作への分割を行った。各要素動作における筋活動の評価は、①要素動作全体の筋活動を評価するために筋電図の積分値、②要素動作中の最大筋活動を評価するために筋電位の最大値を求めた。

本研究では8名の健康若年男性（平均年齢24.3 ± 0.89）を用い、SSL装着、非装着の条件間における筋活動を比較した。

3. 結果

図1にひねりを伴う持ち上げ動作時における脊柱起立筋の筋電位最大値の比較結果を示す。全被験者8名のうち5名についてSSL装着による有意な筋活動減少効果が観察された。残り3名については、SSL装着による有意な軽減効果は認められなかったが、平均値は減少していた。

図1 脊柱起立筋筋電位の最大値の比較
(ひねりを伴う持ち上げ動作時)

図2にひねりを伴う持ち上げ動作時における脊柱起立筋の筋電図積分値の比較結果を示す。全被験者8名のうち5名についてSSL装着による有意な筋活動減少効果が観察された。1名については、SSL装着による有意な筋活動の増大が認められた。

図2 脊柱起立筋筋電図積分値の比較
(ひねりを伴う持ち上げ動作時)

図3にひねりを伴う持ち上げ動作時における大腿二頭筋の筋電図積分値の比較結果を示す。全被験者8名のうち3名についてはSSL装着による有意な筋活動減少効果が観察されたが、3名についてはSSL装着による有意な筋活動の増大が認められた。

図3 大腿二頭筋筋電図積分値の比較
(ひねりを伴う持ち上げ動作時)

4. 考察

本研究で使用したアシストツールは、モーターなどのアクチュエータを使用せず、弾性材の張力のみでアシストを行うため、その発揮力は大きなものではない。そのため、本研究においても最大20%程度のアシスト効果であった。しかしながら、VASスケールを用いた脚および腰のだるさに関する主観的評価においては、8名中7名が明らかな軽減効果を示しており、最大20%程度のアシスト率であっても、何らかの負担軽減効果があると言える。脊柱起立筋に関しては、筋活動についても半数以上の被験者に関して有意な軽減効果が認められたが、大腿二頭筋に関しては、活動が有意に増大している被験者も認められ、腰部負担の軽減と膝関節への負担増大が同時に発生している可能性がある。要素作業の動作に関する詳細な検討を行う必要があるが、被験者による動作の違いが反映しているとすれば、アシストツールについて適切な動作があることを示唆している。

身体への負担について考えて見ると、外骨格を持たないアシストツールの場合、腰部へのアシストがあるからといって過大な重量物取扱いを推奨することは出来ない。何故なら、外骨格が無いと骨格筋の活動に対するサポートは期待できても、身体にかかる重量を軽減するわけではないため、重量物の取り扱いによる骨格への負担は変わらないためである。即ち、筋膜性腰痛は軽減できても、膝への負担が増大して、膝関節に障害を与えてしまう可能性がある。そのため、外骨格を持たないアシストツールの使用は、できない事をできる様にするのではなく、できることをより楽にできる様にするためであると考えるべきである。

5. まとめ

本研究では、模擬作業を用いてアシストツールの使用効果を評価した。アシストツールの使用に際して、正しい使用法を理解する事が推奨される。

参考文献

- 1) 岸本あらし, 泉博之, 田中孝之, 和田親宗: 実作業を模擬した繰り返し動作を用いた腰部アシストツール評価の試み, 第48回日本人間工学会 中国・四国支部大会, pp. 50-51, 2015