

マニュアル・マテリアル・ハンドリングにおける 様々な持ち方の人間工学的研究

An Ergonomics Study of Various Holding Postures in Manual Materials Handling

キーワード: MMH、対称、持ち方、利き手

人間生活工学研究室: 葉 吉達(ヨウ・キタ)

■Abstract: This study researched about many kinds of holding postures in manual materials handling(MMH). Excepting the moving postures like lifting or lowering, this study focused on various static holding postures. 2 cube boxes with the same weight were used in experiment. One is wider than shoulder, the other one is narrower than shoulder. The span of boxes were taken to be one of the factors. Symmetric holding posture or non-symmetric holding postures, like dominant hand was up or down, were taken to be one of the factors. The angle between ground and box was also one of the factors. 8 healthy young men tested. In the experiment of this study used EMG to evaluate 10 upper limb and back muscles, and 2 items of subjective evaluation measured by VAS. The result showed that the wider box caused more muscle load on cucullaris muscle. Different from the previous studies, the result of this study showed that putting the non-dominant hand down to hold the box caused less load of all muscles. According to discussion, this holding posture can reform the warp body, oppositely make the holding posture becoming symmetric.

■背景:

技術の発展により、多くの仕事は機械に任せられる。しかしながら、依然として多くの仕事において人力が積み荷を運搬する状況はまだ少なくはない。持ち上げる作業、抱きながら移動する作業、下ろす作業など、日常で手の力で積み荷を運搬する仕事は、全般に MMH (manual materials handling)と称する。

マニュアル・マテリアル・ハンドリング (manual materials handling , MMH) の中で、よく見られている動作は持ち上げ (lifting)、降ろし (lowering)、押し (pushing)、引き (pulling)、運搬 (carrying)、把持 (holding)がある。

先行研究 (Jung ら、2010) では、積み荷を運搬したり、工具を使ったりするときの仕事の負担を減らすために、グリップなどを設計し、検討した。しかしながら、MMH のほとんどを占める段ボールや箱はグリップがない場合が多い。結局、MMH がもたらす傷害と大変さは依然として解決されていない。

■目的

本研究の目的は、様々な MMH の持ち方を人間工学的方法を用いて分析し、研究することである。

本研究の内容は、まず持ち上げ (lifting)、降ろし (lowering)、押し (pushing)、引き (pulling) などの作業の動作を除き、静止して保持する動作、つまり、動的筋作業より疲労を生じやすい静的筋作業について検討した。

本研究の実験では、肩幅より広い物体と肩幅より狭い物体をそれぞれ用意し、被験者に様々な姿勢をタスクとして行わせた。客観評価 (筋電図) と主観評価 (VAS 法質問表) を行った。

■方法

被験者は 8 名の成人男性で構成され、全員は健康で、背部と上肢は持病と疾患を罹っていないかった。うち 7 名は右利きで、1 人は左利きであった。

模擬するための積み荷は、3つの辺の長さが等しい立方体の箱で

あった。日本郵便が提供する郵便用ダンボールを参考し、箱のサイズを決めた。一つは肩幅より広い 3 辺 50cm であった。もう一つは肩幅より狭い 3 辺 30cm であった。箱の質量は同様に 3.7Kg に統一した。



図 1 左は大きい箱であり、右は小さい箱である。

箱を運ぶ時、箱の大小、対称性、箱の角度など三つの要因に分けられる。水準は両手の持ち方により対称、非対称に分けられ、箱は肩幅より広い箱と狭い箱に二つ分けられ、箱の面は地面との角度は平行と 45° に分けられている。要因と水準により、合計 18 個のタスクが決められた。以下の表に参照:

表 1 大きい箱のタスクは計 9 個であった。※はバランスを崩す危険があったため、実施しなかった。

肩幅より広い箱、50*50*50cm 大	地面と平行	地面と 45°
対称 1 (角を翻む)	 箱の幅に合う	 箱の幅に合う
非対称 1 (角を翻む)	 ② ③	※
対称 2 (辺を翻む)	 ④ ⑤	 ⑦
非対称 2 (辺を翻む)	※	 ⑧ ⑨ 下面是地面と 45°

表 2 小さい箱のタスクも計 9 個であった。※はバランスを崩す危険があったため、実施しなかった。

肩幅より狭い箱、30*30*30cm 小	地面と平行	地面と 45°
対称 1 (角を翻む)	 箱の幅に合う。	 箱の幅に合う。
非対称 1 (角を翻む)	 ②' ③'	※
対称 2 (辺を翻む)	 ④' ⑤'	 ⑦'
非対称 2 (辺を翻む)	※	 ⑧' ⑨' 下面是地面と 45°

客観評価の筋電図で測定した筋は、浅指屈筋、上腕二頭筋、僧帽筋、三角筋、広背筋を右側、左側ともに測り、総合 10 個の筋を測った。被験者に電極を装着し、筋電図用アンプシステムを介して、パソコンでデータ収録ソフト(Acqknowledge3.9.0.)を用い、増幅された筋電図信号の実効値(RMS)を集録した(単位:Volt)。

被験者に箱を渡し、筋電位が安定してから、一つタスクの中で15秒間を測定した。各タスクの間に2分間の休憩を与え、VAS法の質問表を書いた。評価項目は①動作の難しさ、②負担の程度であった。

データの解析は、各筋の筋電図とVAS法の主観評価のデータを分析した。有意水準はすべて5%とした。

統計ソフトSPSS SPSS11.0Jを用い、反復測定二元配置分散分析で二要因と水準の主効果と交互作用を確認した。

エクセル 2007 で一元配置分散分析(3水準)を行い、事後比較(Holm法)統計ソフトKaleidaGraphic 4.1Jを用いた。

エクセル 2007 で対応のあるt検定(2水準)を行った。なお、左利きの被験者のデータは必要に応じて左右を入れ替えた。

■結果

箱の大小では、t検定により一番多い有意差があったのは利き側の上腕二頭筋と広背筋であった。同じ持ち方と同じ質量では小さい積み荷の筋負担が少なかった。

箱の角度では、t検定により浅指屈筋に対して、箱の下面は平行のほうが負担が小さいが、二頭筋(利き)、三角筋(利き)、広背筋(利き)、二頭筋(非利き)は地面と45度のタスクが負担が小さかった。両手間の距離(箱幅 vs 肩幅)では、t検定により両手は広いほうが浅指屈筋、上腕二頭筋、広背筋にとって筋負担が小さかった。逆に両手が狭いほうが僧帽筋にとって筋負担が小さかった。

一元配置分散分析と Holm 法の事後比較では、全ての非利き側が一元配置分散分析で有意差が出なかった。利き側の浅指屈筋に対する事後比較により、全般的に利きではない腕の位置は少し下に持った方が腕に対して負担が少なかった。

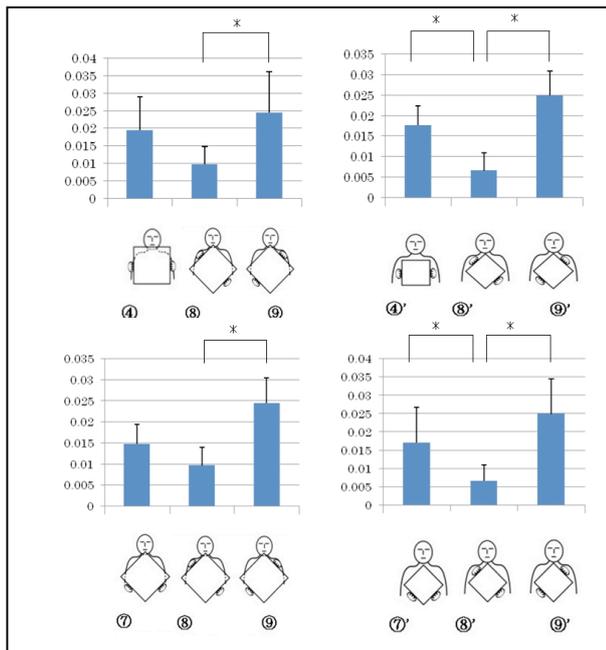


図2 浅指屈筋の事後比較

利き側の二頭筋にとって、利き手は下を持たない限り、他の持ち方は負担が少なかった。利き側の僧帽筋にとって、⑦VS⑧VS⑨ではやはり両手は上に上げない方が負担が小さいと考えられる。タスク⑦は最も負担が少ないからであった。先行研究(Ayoub&Mital 1989)では、MMHにおいて手が肩より高くないように勧められた。僧帽筋の事後比較はタスク⑧で利き手が高く持ったのは、負担が大きく、先行研究にも勧められていなかった。

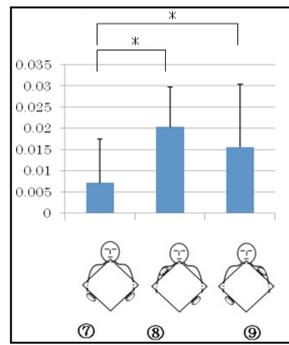


図3 利き側の僧帽筋の事後比較

■考察

先行研究(S. Kumar 2003)では対称な姿勢と等尺性運動はいつも非対称な姿勢で等尺性ではない運動より力はピークが出せると指摘した。これは一番よい結果の非利き手は下を持つ対称ではない持ち方の今回の実験結果と違っている。

人は利き手、非利き手に分けている限り、生活習慣で誰でも無意識にして体重で骨盤が二つの傾きになり、背骨が曲がる。多くの人は利き手側の右体重癖である。このように両手は対称な持ち方にしても、必ずしも体の左右はバランスを保っているのは限らないと考えられる。持ち方が対称しても、身体の骨と筋に対して本当に対称はバランスであるのには限らないと考えられる。今回の結果に踏まえ、利き手は上に積み荷を持ち、非利き手は下を持ったら、逆に姿勢が矯正され、体のバランスが取れるかもしれないと考えられる。

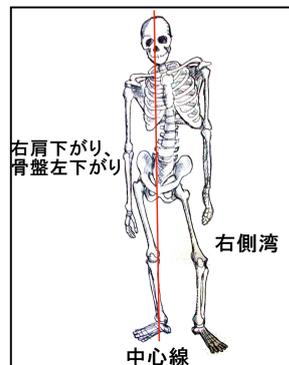


図4 利き側の右体重癖

■まとめ

箱幅 vs 肩幅で肩幅の狭い持ち方が僧帽筋の筋負担が小さかった。以上をまとめ、最適な持ち方は、両腕の距離は肩幅と近くにし、利きではない手は下を持った方が負担が少ないと示唆された。

今回の実験は大胸筋、三頭筋、腹部の筋、下半身の筋は測っていない。ほかの持ち上げ、降ろし、押し、引きも含まれている多種多様な作業の MMH に対し、これからはよりいっそうの研究は必要がある。

■参考文献

IAPA: A Health and Safety Guideline for Your Workplace Manual Materials Handling (Industrial Accident Prevention Association 2008)
 Division of Workers' Compensation: Manual Material Handling An Ergonomic Approach (Texas Department of Insurance)
 S.Kumar: Arm lift strength in work space (Available online 14 February 2003 Applied Ergonomics)
 Hwa-S.Jung, Hyung-Shik Jung: A survey of the optimal handle position for boxes with different sizes and manual handling positions (2010 Applied Ergonomics 41 115-122)
 ナカイ健康研究所: http://health-power.net/hp-sisei_kenkou.html