

物体挙上動作時の質量予測不一致による体幹筋収縮反応

介護予防マネジメントコース

5008A330-4 渡邊昌宏

研究指導教員： 岡浩一朗准教授

I. 緒言

腰痛予防には、腰痛を安定させるための体幹筋の収縮が重要である。物体を自ら動かす時に、予測外の重さであったときの体幹筋の反応変化の報告はまだされておらず、本研究では、成人男性の体幹における深層筋（ローカル筋）と浅層筋（グローバル筋）の筋収縮反応の傾向を解明することを目的とし、予測よりも重い重量物を挙上したときの体幹筋を、表面電極およびワイヤ電極にて分析、全被検者および腰痛既往の有無により、各々の筋の筋放電開始時間の出現差違について比較検討した。

II. 方法

1. 被検者

実験実施時に腰痛の訴えがなく、本研究への同意を示した成人男性 6 名を被検者とした。過去に腰痛の訴えがなかったもの 2 名、過去に腰痛の訴えがあったもの 4 名であった。被検者には研究の趣旨を文書ならびに口頭にて説明し、研究内容を十分に理解してもらった上で同意を得、整形外科医立会いのもと実施した。

2. 動作課題

動作開始肢位は端坐位とし、テーブル上の重量物の位置は被検者の正中線上で上肢長から 5cm 引いた部位とし臍の高さとした。テーブル上に提示された重量物をライト点灯による光刺激を合図に右上肢で目標目線ライン上の高さまですばやく挙上するように指示した（以下、挙上動作）。

重量物は外観がまったく同じもので 1.0kg と 4.0kg の2種類を使用した。挙上動作は重量物の重さを認識している場合の 1.0kg（以下、予測 1.0kg）と 4.0kg（以下、予測 4.0kg）の2種類と、重さを 1.0kg と認識させて実際は 4.0kg を挙上させる場

合（以下、予測外 4.0kg）の1種類、計3種類でおこなった。重量物挙上は予測 1.0kg、予測外 4.0kg、予測 4.0kg の順序にておこなった。

3. 筋電計測（Electromyography、以下EMG）

被検筋はいずれも左右両側の、腹横筋、多裂筋、腹直筋、外腹斜筋、脊柱起立筋の左右5筋ずつ計10筋とした。電極は、左右腹直筋、左右外腹斜筋、左右脊柱起立筋には表面電極を用い、体幹深部にある左右腹横筋、左右多裂筋に対してはワイヤ電極を用いた。

4. 測定処理とデータ解析

デジタル変換され記録されたデータは BIMTUS-Video で読み込み、光刺激と物体挙上までの時間差と光刺激から各々の筋電波形の筋放電開始時までの時間差（潜時）を算出した。

III. 結果

1. 光刺激から物体挙上までの時間比較

光刺激から物体挙上までの時間は、条件の違いによって有意差を認められなかった。

2. 各被検筋の条件別の平均潜時

すべての筋において条件による筋放電開始までの潜時には統計的に有意な差はみられなかった。しかし、腹直筋、外腹斜筋には、予測時に比べ予測外 4.0kg 挙上時では早期に筋放電を開始する傾向がみられた。また、腹横筋の予測 1.0kg と予測外 4.0kg ではほぼ同じ潜時を示したが予測 4.0kg では早期に筋放電を開始する傾向がみられた。

3. 各条件における全被検筋の潜時比較

腹横筋群に比べ背部筋群では潜時が短くなっていた。また、予測ありの条件ではローカル筋（腹横筋）の潜時がグローバル筋に比較して短く、予測外 4.0kg においてはローカル筋の潜時がグローバル筋に比較して長くなっていた。

4. 各被験者毎の腹部筋群の潜時比較

予測時で、右腹横筋の潜時は腹直筋・外腹斜筋より、短いかほぼ同じであった。予測外 4.0kg では、腹横筋が腹直筋よりも早く活動を示したものは腰痛の既往を有さない被験者であり、遅く活動したものは腰痛の既往を有する被験者であった。

IV. 考察

今回、端座位にて光刺激後に右上肢での物体挙上動作を、できるだけ速やかに起こない、そのときの体幹筋の筋放電開始時間に、重量物の重さの予測有無でどのような影響を与えるのかを検討した。

重量物の重さを予測している場合(予測)、または予測しているよりも重いものを挙上した場合(予測外)において、光刺激から重量物挙上までの時間には、すべての条件間で統計学的に有意な時間差が認められなかった。これは挙上条件を変化させても中枢神経系(CNS)からのコントロールにより、姿勢を調節する先行随伴性姿勢調節(APA)が適切におこなわれていたのではないかと考えられた。

今回統計学的には各筋の潜時に有意差は認められなかった。しかし、背部筋である多裂筋や脊柱起立筋は腹部筋群に比べ潜時が短い傾向がみられた。Horakら(1984)は片側上肢の運動をおこなうときに、運動に先行して背部筋が収縮するという報告をしており、また Gracovetskyら(1977)は多裂筋と脊柱起立筋群の筋収縮にて、脊柱を安定させているメカニズムをモデル化させている。今回の研究でも背部筋群の潜時が短い傾向がみられたことより、肩関節屈曲による挙上動作で、体幹を安定させるために背部筋群が腹部筋群に比べ早期に筋放電を開始し、脊柱の剛性を高めている可能性が示唆された。

Hodgesら(1996)(1999)は腹横筋に関しては、動作の際には身体の中の筋群よりも先に収縮を開始するといわれているが、本研究では腹横筋の潜時

が他の筋群よりも有意に短くなることは認められなかった。しかし重さを予測しているときには、外腹斜筋や腹直筋に比べ早期に筋放電が開始される傾向がみられた。さらに腹横筋の予測時 1.0kgと予測外 4.0kgの潜時はほぼ同じ時間であったが、予測時 4.0kgの潜時は短くなる傾向が見られ、1.0kgより4.0kgと重量があると認識し物体を挙上する場合には、腹横筋を早期に収縮させるようCNSが調整している可能性があると考えられた。

今回、被検筋の潜時には個体差が大きく被験者も6名と少ないため、平均値の比較を行うことによっては有意な差を認めなかった。そのため各被験者毎の各被検筋の筋放電パターンを解析した。その結果、重量を正しく予測している条件ではローカル筋群はグローバル筋に先立って筋放電を開始したが、腰痛既往を持つものに関しては、予測以上の重さを挙上した場合にグローバル筋がローカル筋より早期に筋放電を開始した。

Cholewickiら(1992)やGardnerら(1995)は、グローバル筋の最大収縮時に脊椎の分節コントロールは低下し、グローバル筋システムが適切に働いている場合であっても、ローカル筋システムが適切に機能せずに椎間運動が十分コントロールされない可能性があるという指摘している。また、Hodgesら(1996)(2003)により、腰痛などの痛みが認められる場合には、上肢を動かしたときに腹横筋の開始が遅延すると報告されている。本研究では、過去に腰痛の訴えがあったものは予測より重い物体を挙上した場合に腹横筋の収縮が遅延する事で、椎間の安定やコントロールが十分にされていない可能性があるのではないかと考えられた。また、この事により現在腰痛の訴えがなくても過去に何らかの腰痛の訴えがあったものは、予測できていない状態でより重い物体を挙上した場合、腰痛患者と同様に腹横筋の収縮が遅延し脊柱の不安定性が増す可能性が考えられた。

V. まとめ

1. 予測した重量物と予測よりも重い重量物挙上時の、筋放電開始時間の変化を比較検討した
2. 被検筋の潜時には個体差が大きく少なかったため、統計学的には各筋の潜時に有意差は認められなかった。その後、より詳細に分析するため、各被験者毎の各被検筋の筋放電パターンを解析した
3. 重量を正しく予測している条件ではローカル筋群

はグローバル筋に先立って筋放電を開始したが、腰痛既往を持つものに関しては、予測以上の重さを挙上した場合にグローバル筋がローカル筋より早期に筋放電を開始した

4. 今後、被検者数を増やし、予測有無による物体挙上時の体幹筋反応を分析するとともに、潜時のみならず収縮筋力を詳細に分析することで、ローカル筋とグローバル筋の反応の違いを確認していく