

空気圧を利用したパワーアシストシステム

エア・アシストとオリジナルサポーターの開発

The power assistant system using air pressure

Development of air assistance and an original supporter

○ 市川 新太郎*, 坂野 進**

○ Sintaro ichikawa*, Susumu Sakano**

*日本大学大学院工学研究科, **日本大学工学部

***Nihon University, College of Engineering

キーワード:筋電計(ElectroMyoGraphy) エア・アシスト(air assistance)

生理的湾曲 (physiological flexure)

連絡先: 〒963-1165 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地

日本大学 工学部 機械工学科 メカトロニクス研究室

坂野 進, Tel.:(024)956-8774, Fax.:(024)956-8860, E-mail:sakano@mech.ce.nihon-u.ac.jp

1. 緒論

これからの高齢化社会を迎えるにあたって介護者不足が大きな問題になっている。また、それに伴い介護者にかかる負担が心身ともに大きくなってしまふ。現在、様々な大学または企業で介護機器の開発は盛んに行われているが、重い、持ち運びにくいなど課題も多く試行錯誤が行われていて実用化には至っていない。そこで、体の負担を筋肉の長期的な使用からくる疲れによるものと考え筋肉負担をかけず、且つ軽量でシンプルな介護サポートを開発する。

2. 目的

抱え上げるという動作は対象が荷物であつ

たり人間であつたりと一番多く行ふ動作であり、自分の体重と対象の重量を全身で支えなければならなく腕、腰、脚部に大きな負担をかけてしまふ。そこで本実験はサポートのない状態の筋肉とサポートを装着したときの筋肉の状態を EMG を用いて筋肉の筋活動電位を計測し最適なサポート方法を検討する。

3. EMG

運動などの体を動かすことは筋肉を収縮させることである。それぞれの筋を構成する筋繊維は、運動ニューロンからのインパルスを受け、筋肉細胞が興奮すると膜電位は一過性に変化する。このときに生じる筋

の活動電位の変化を記録したものが筋電計 (ElectroMyoGram) である。筋電図の波形より筋肉の活動状況を調べることができる。筋電図の電極には針電極と表面電極がある。針電極を用いる方法は、先端の限局された部位から活動電位を導出することができるので 1 個の運動単位の活動電位を分離して波形を観察することができる。表面電極を用いる方法は、円盤電極をつけ皮膚上に貼り付け固定するものである。表面電極は針電極と異なり、痛みを伴わない利点があり、また筋全体の収縮状態を知るのに適しているため今実験では表面電極方法にする。

4.1 腕のエア・アシストの実験

腕の持ち上げ時の補助力および支えになるようエア・コンプレッサーで空気圧をシリンダに送りシリンダの伸縮を利用したアシストを検討してみる。予備実験として人間工学に基づき、人型モデルを作成し重量と空気圧の関係について調べてみた。

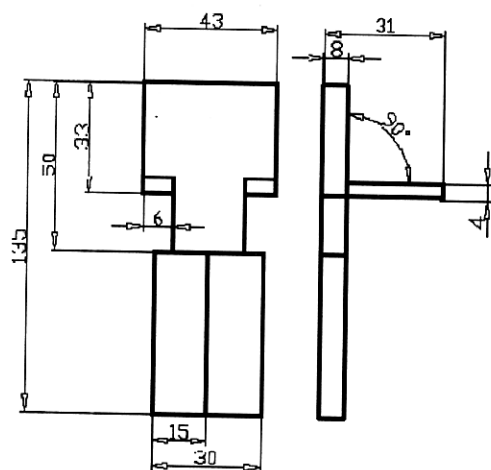


図1 人型モデルの寸法

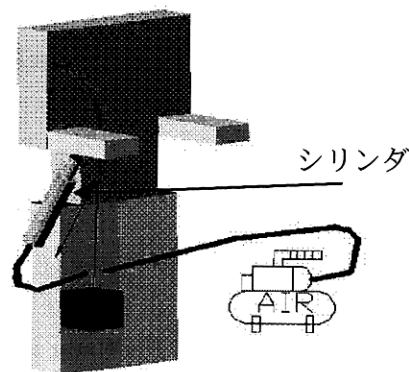


図2 人型モデルと実験装置

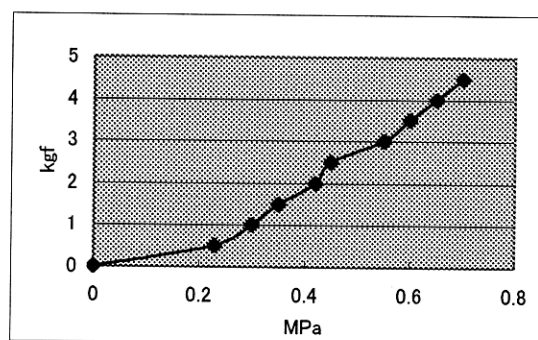


図3 空気圧と重さの関係

図3よりこの結果から片手で空気圧が0.8 MPa のとき5 kg は負担が減少できると考えられる。

次に上腕二頭筋に電極を付けて EMG で計測する (図4)。普通の状態とエアサポートがある状態を持ち上げ運動して測定した。空気圧は0.8 MPa で負荷は0 kgf、2.5 kgf、5.0 kgf、7.5 kgf、10.0 kgf、15.0 kgf とした。上腕二頭筋は上腕の屈筋であり紡錘形をしていて外側の長頭と内側の短頭がある。長頭は肩甲骨の関節上粗面から起こり、関節囊内で上腕骨頭の上を伝わって出、短頭の方は肩甲骨の烏口突起から起きる。両頭が一つになり強い筋腱となって橈骨結節ついている筋肉である。少し発達したものであれば皮膚の上から明らかにすることができる。

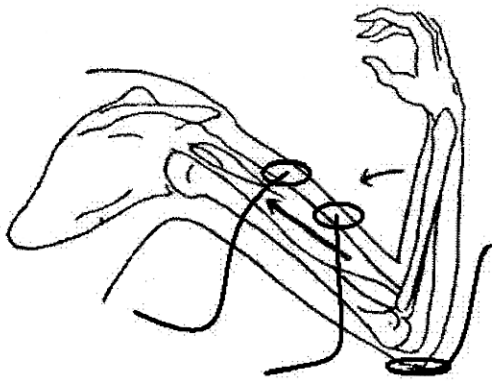


図4 上腕二頭筋につけたEMGの電極

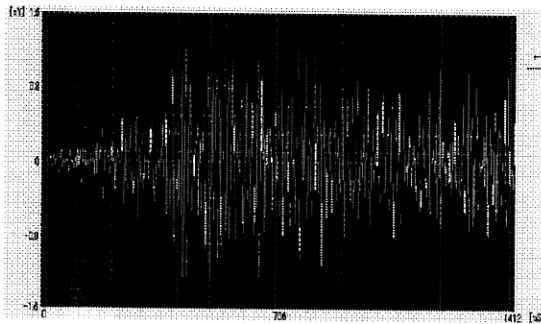


図5 エア・サポート無しの負荷7.5kgfの筋電図

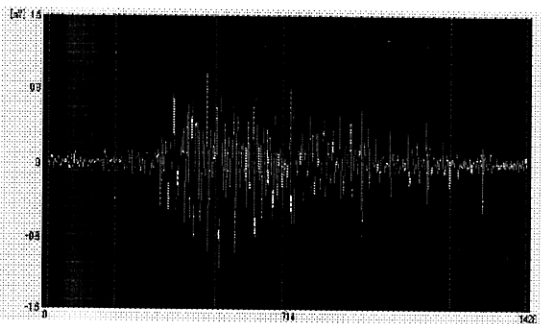


図6 エア・サポートした負荷7.5kgfの筋電図

筋電図から筋活動電位の最大値と最小値の振幅と負荷の重量の関係を次に示す(図7)。

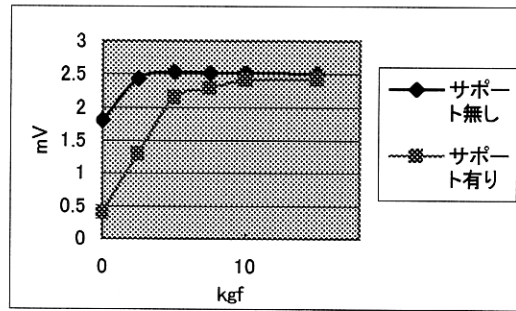


図7 エア・サポート有無による筋活動電位の振幅と負荷加重の関係

加重とエア・サポートの効率を図7のグラフの差より筋肉の負担の軽減として図8に示す。

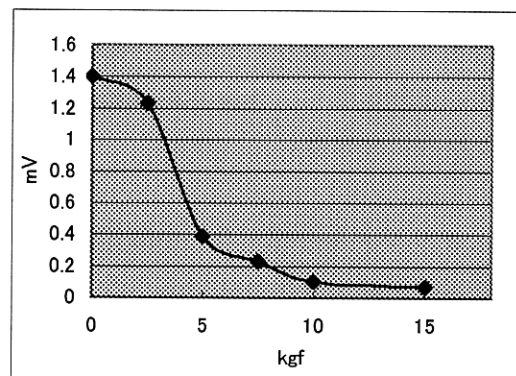


図8 エア・サポートによる筋肉への負荷軽減の推移

4.2.1 腰

身体を支えている脊柱は横から見ると頸部は前方に反り、胸部は後方に反り腰部には再び前方に反っています。この脊柱のS字形を「生理的湾曲」という。体を動かすときに生じる衝撃は、このS字カーブによって吸収され上半身の重みを適度に分散させている。脊柱は、腹筋や背筋などの筋肉で支えており、立っているときには周囲の筋肉が前後左右のバランスをとっている。

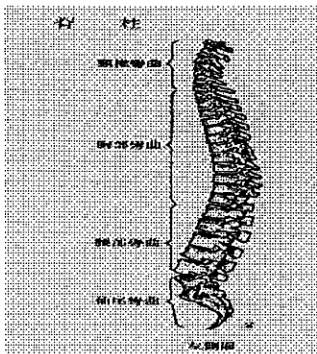


図9 脊柱の生理的湾曲

荷物または人間を抱え上げ、その姿勢を維持するとき腰には大きな加重がかかってくるため、より筋肉による腰の支えがとて重要になる。筋肉が弱くなると背骨や骨盤を固定できなくなり、生理的湾曲が崩れてしまい歪みを生じ、ヘルニアなどの腰痛などの原因にもなる。

4.2.2 オリジナルサポーターの製作と実験

装着式のプロテクターにゴムベルトを付け、肩甲骨から仙骨かけて仙きょく筋と僧帽筋を、肋骨から寛骨にかけクロスするようにして広背筋を、そして中央にかけて脊柱起立筋と背骨をサポートするようにした。また、腰当ては湾曲を保てるように丸みをつける。腹腔内圧を高めるために前方から腹筋の上にベルトを巻く。

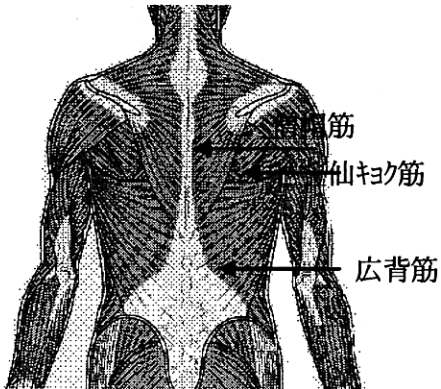


図10 背筋の構成

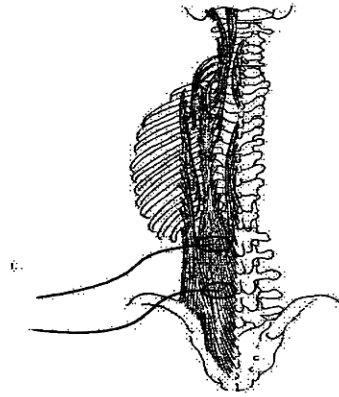


図11 脊柱起立筋

実験は何も装着しない、オリジナルサポーター装着時、市販のサポーター装着時をそれぞれ計測する。EMGの電極は脊柱起立筋につけた。脊柱起立筋は上半身を伸展、側方に屈曲かつ回旋するときに関わる筋肉として使用される背骨の脇についている筋肉である。負荷として0 kgf、5 kgf、10 kgf、20 kgf、30 kgfの重りを床から腰の高さまで持ち上げる。

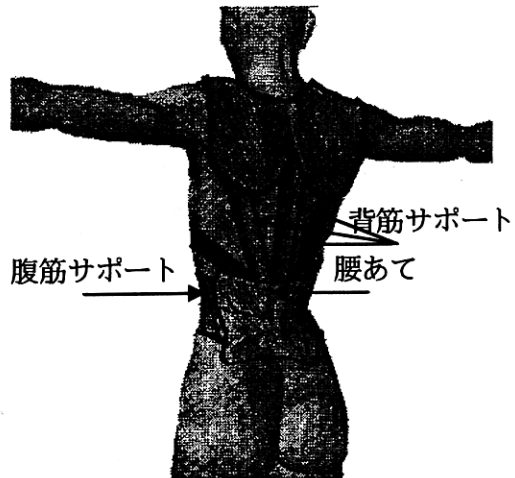


図12 オリジナルサポーターの概要

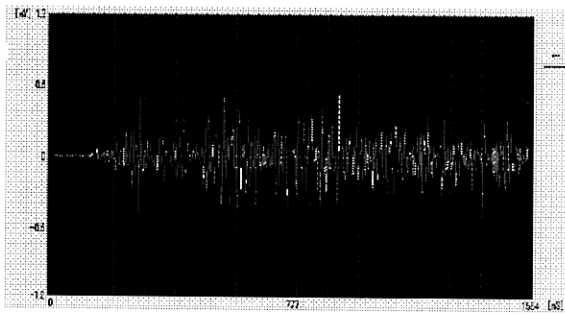


図 1 3 オリジナルサポーター無装着時の負荷 2 0 kgf の背筋

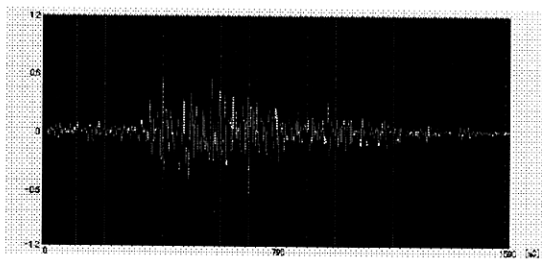


図 1 4 オリジナルサポーター装着時の負荷 2 0 kgf の背筋

腕の計測と同じように筋活動電位の最大振幅と最低振幅をとり負荷重量との関係をおリジナルサポーター無装着時と装着時をそれぞれ次のように示す。

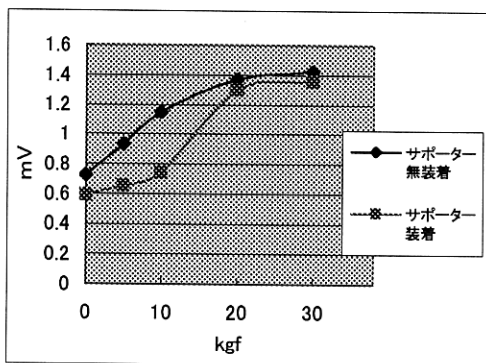


図 1 5 サポーター装着有無による背筋の筋活動電位振幅量と負荷加重の関係

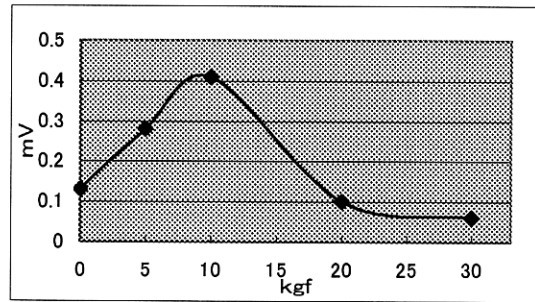


図 1 6 オリジナルサポーターによる筋肉への負荷軽減の推移

5.結果と考察

腕のエア・サポートをしたとき片手で 5 kg 付近までは腕に負担を軽減できた。5 kg を超えると急激に腕にかかる負担が大きくなってしまふことがグラフから読み取れる。これはエアコンプレッサーの力不足のためであると考えられるが空気圧力を大きくすればそれだけ反力も大きくなり、シリンドを支えるのが困難になってしまうという問題点が生じてしまう。今回は柱にシリンドを固定して実験を行ったが、これから携帯化に向けて考えなければならない。

腰のオリジナルサポーターは 2 0 kg までの重量なら腰に負担をかけず持ち上げることができる。また、通常でも装着していると背筋が伸び、正しい姿勢を維持できるので成功だといえる。しかし、体を強制的に締めるので長時間の使用は筋力の低下やプロテクターによる肩こりが発生するので気をつけなければならない。これからはプロテクターに変わり肩に負担をかけないようにしたい。そして装着者の姿勢を感知してサポート箇所やサポート力を自動に変化させる制御機能を目指す。

参考文献

- 1) 藤原哲司筋電図：マニュアル（1984）
- 2) 矢谷玲子、小川恵子：図説 筋の機能解剖 第2版（1968）
- 3) 飯島貴志：人体のしくみ（2003）
- 4) 高木公三郎：身体運動の基礎（1975）
- 5) 御巫清允、加藤文雄：腰痛のはなし（1967）