

腰椎部にかかる負荷の推定法に関する研究

知能機械力学研究室 公文 貴之

1. 緒言

現在、腰痛が社会的な問題となっている。原因は、椎骨と呼ばれる硬い骨の間にある柔らかいクッションのような役割をする椎間板が、長時間の座位姿勢や姿勢の崩れにより変形することで神経を圧迫し腰へ負担をかけるためである。姿勢変化による腰への負荷を知る方法として、電極挿入などにより椎間板圧を直接計測する方法⁽¹⁾や、レントゲン、MRIなどにより椎間板の変形を知る方法が挙げられるが、これらは侵襲的であることや静止状態での測定しかできないなどの問題点がある。

腰椎部にかかる負荷は直立姿勢よりも座位姿勢の方が大きく、また前屈みになるほど大きくなる。脊柱⁽²⁾(図1)は剛体として見なせるピン結合した椎骨とその間の椎間板の弾性変形により構成されており、この椎間板の変形により負荷が変化すると考えられる。

そこで本研究では、3次元動作解析装置を使用した測定による腰椎系への負荷の推定法を提案する。これにより身体に負担をかけることなく、比較的簡単な装置で動作中の様々な姿勢で負荷の推定を行うことができるので、それをNachemsonらが行った電極挿入による椎間板圧の実測比⁽³⁾と比較し、本手法の有効性を検討する。

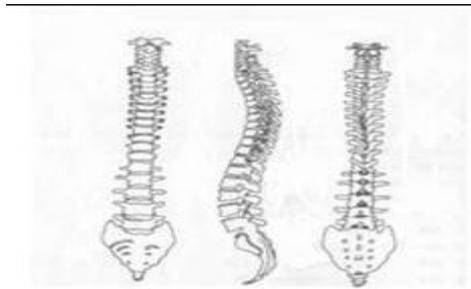


図1 脊柱

2. 負荷の推定

腰椎部は剛体として見なせるピン結合した椎骨とその間の椎間板の弾性変形により、姿勢変化によって椎骨間の隙間変化が生じ、負荷が発生すると考えられる。そこで椎骨の端部が背中表面に近いことを利用して各椎骨の位置座標データを3次元動作解析装置で測定する。位置座標データを最小2乗法によりカーブフィットして曲率や曲率半径を算出しその変化量から腰椎系の平均的な隙間変化を求め負荷として正規化する。推定方法は、各椎骨のジョイント部の変形を考慮しない場合と考慮した場合、腰椎系を梁のような構造物として考える場合の3つの方法で行う。

3. 測定姿勢

以下の4つの姿勢について推定を行う。

- ① 楽に立った姿勢
- ② ①から上半身を20度前に倒した姿勢
- ③ 背もたれのない椅子にまっすぐに座った姿勢
- ④ ③から上半身を20度前に倒した姿勢

4. 結果および考察

被験者の各姿勢を2回測定し、その平均から負荷を推定する。図2、図3に比較対象とするNachemsonの実測比⁽³⁾と被験者の結果を比較したものを示す。それぞれの結果は①の姿勢を基準(100)として左から順番に各姿勢を表しており、以下のようにになっている。

1. 梁のような構造物として曲率変化を考える場合
2. ジョイント部の変形を考慮しない場合
3. ジョイント部の変形を考慮した場合

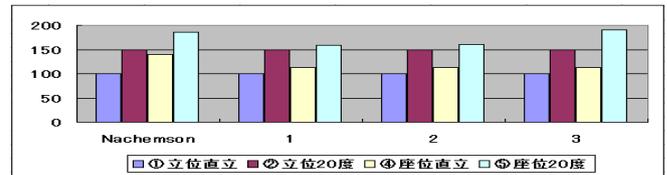


図2 実測比と被験者1の結果の比較

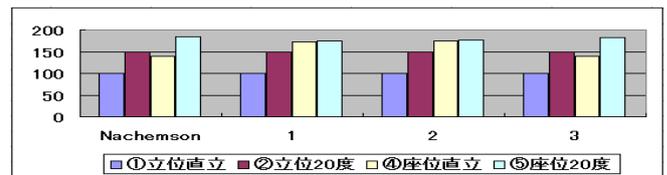


図3 実測比と被験者2の結果の比較

Nachemsonの実測比と今回の測定結果を比較したところ、多少の誤差はあるものの同様の傾向は見て取れた。1, 2の推定方法は、ほぼ同じ結果となったが、これはジョイント部が変形しない場合、梁のような構造物と同じものとして考えられるからだろう。被験者1の2, 3の推定方法については重量物などを持たない姿勢を考える場合、ジョイント部の弾性変形が微小なため、ジョイント部の変形を考慮しなくてもよいと考えられる。しかし被験者2においては、ジョイント部の変化を考慮した場合においてのみNachemsonの実測比と似た傾向が得られている。これは、被験者の体型や姿勢の取り方が違うことが影響していると考えられる。

5. 結言

今回の測定結果について、Nachemsonの実測比と似た傾向を見ることができた。今後は精度の向上を課題とすると共に、重量物を持った姿勢など様々な動作中での測定を行い、本手法の有効性をより明確にする。

参考文献

- (1) LUMBAR DISC PRESSURE AND MYOELECTRIC BACK MUSCLE ACTIVITY DURING SITTING : I. Studies on an Experimental Chair B. J. G. Andersson, R. Örtengren, A. Nachemson, and G. Elfström
- (2) カイロプラクティック概論 : 鈴木 正教
- (3) 最新 腰痛症ハンドブック 腰椎椎間板ヘルニアからスポーツ、事故の治療まで : 遠藤 健司, 金岡 恒治