

非侵襲的な椎間板負荷の推定法

1. 緒言

姿勢が変化すると、腰椎を構成する5つの椎骨の位置が変化し、椎骨間にあるクッションの役割を果たす椎間板が変形する。腰痛の代表的な原因である椎間板ヘルニアは、姿勢変化によって変形した椎間板が神経を圧迫し、痛みや痺れが生じる。そのため、動作中の腰椎部の椎間板に負荷がどの程度作用しているか知ることができれば、腰痛の診断や治療、予防に有用であり、整形外科分野の発展に貢献できると考えられる。

現在までに椎間板負荷を計測する方法として、スウェーデンの整形外科医 Nachemson⁽¹⁾が行った直接圧力センサーを椎間板に挿入し、椎間板内圧を計測する方法がある。しかし、この方法は外科手術を伴うため、身体を傷つける恐れがあり、安全性に欠ける。また、限られた機関でしか行えないなどの問題点があり、広く用いることは困難である。

そこで、椎骨端部が背中側の体表面近くにあること、椎骨が椎間板に比べ十分剛性が高いため剛体と見なせることに着目し、3次元動作解析装置を用いて、椎骨の動きを体表面から測定し、椎骨間の隙間変化の推定から椎間板負荷を評価する方法を提案する。

2. 推定法の概要

図1のように被験者の背中側の体表面上の椎骨端部に対応している位置にマーカーを貼り付け複数台の3次元動作解析カメラを用いてマーカーの3次元位置を求め、その結果より最小2乗法を用いて腰椎部を円弧にフィットさせ曲率半径を算出し、信号処理により椎骨間の隙間変化を推定する。脊柱のねじれなどは考慮せず体表面における2次元姿勢変化に伴う曲率変化と椎骨間の隙間変化の関係から椎骨間にかかる負荷を評価する。

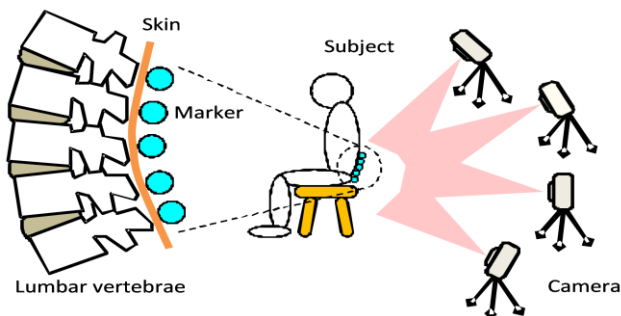


図1 本提案法の概要

3. 負荷の推定実験

まず Nachemson らが行った実験と同じ静止状態での4姿勢の負荷を推定して、実測値と比較して提案手法の妥当性を検討する。次に、動作中の姿勢の負荷を推定する。

静止姿勢は図2の凡例で示す4つの姿勢とし、今回は3名の被験者について推定を行った。図3は2名の6秒間で重量物有無の箱を測定開始と同時に持ち上げ始め、時間内に立位姿勢に至る動作の椎間板負荷の推定結果である。

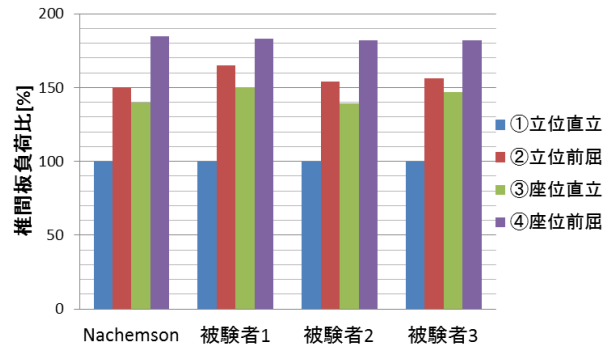


図2 静止姿勢の推定結果

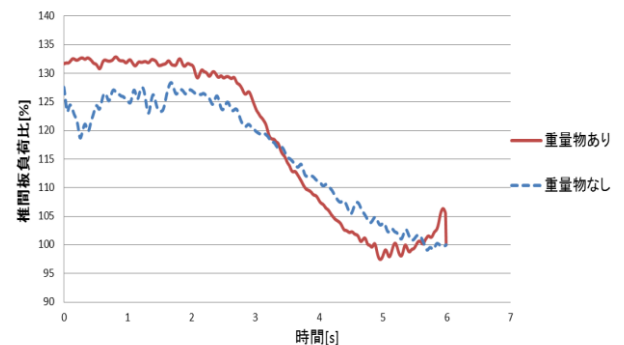


図3 動作中の姿勢の推定結果

図2より数値に多少の誤差があるが Nachemson と同様の傾向が見られる。そのため、3次元動作解析装置を用いた本提案法の椎間板負荷の推定の妥当性が得られたと考えられる。図3より重量物ありの方がなしと比べて持ち上げ動作時の負荷が0秒から3秒付近までで大きくなっていることが確認できる。この結果から、同じ動作にも拘らず重量物有無により推定した負荷に違いが出ることがわかった。

4. 結言

3次元動作解析装置を用いた非侵襲的な椎間板負荷の推定法を提案し、Nachemson らが行った侵襲的な実測結果と比較した結果、同様の傾向が得られた。そのため、本手法の妥当性を確認することができた。また、動作中の推定では数値が明確ではないものの今回の実験結果から動作中の椎間板負荷の推定も可能である見通しが得られた。今後は、角度センサーを用いてリアルタイムに動作角度を測定し、3次元動作解析装置の撮影と同期させ比較検討などを行うことで本提案法の有効性を明確にしたい。

文献

(1) B.J.G.Andersson., R.Örtengren., A.Nachemson., and G.Elfström., "LUMBAR DISC PRESSURE AND MYOELECTRIC BACK MUSCLE ACTIVITY DURING SITTING", I. Studies on an Experimental Chair, Scand J Rehab Med 6, 1974, pp. 104-114.