

3次元動作解析を用いた椎間板負荷の非侵襲推定法

知能機械力学研究室 小村 賢

1. 緒言

腰痛の代表的な原因として椎間板ヘルニアがある。椎間板ヘルニアは椎骨間にある緩衝材の役割を果たす椎間板が姿勢を変化することで変形して、神経を圧迫し、痛みや痺れを生じさせる。よって、姿勢を変化した際の椎間板にどの程度負荷が作用しているか分かれば、腰痛の診断や治療・リハビリに有用であり、整形外科の分野で貢献できると考えられる。従来椎間板負荷を計測する有用な方法として、スウェーデンの整形外科医 Nachemson⁽¹⁾ が行った直接電極センサを椎間板に挿入して内圧を測定する方法がある。しかし、侵襲的で安全性に欠け、限られた機関でしか行えず、広く用いることは困難である。本研究では、身体に負担をかけず、非侵襲的な方法で椎間板負荷を推定し評価する方法を提案する。今回は3次元動作解析装置を用いて、椎骨の動きを体表面から計測し、椎骨間の隙間変化から椎間板負荷を推定する。

2. 椎間板負荷の推定法

姿勢が変化すると、腰椎を構成する硬く剛体とみなせる5つの椎骨の隙間が変化し、椎骨間にある緩衝材の役割を果たす椎間板が変形するため、隙間変化から負荷を評価することができる。そこで、本研究では椎骨端部が背中側の体表面の近くにあることに着目し、図1のように被験者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姿勢変化を計測し、結果より最小2乗法を用いて腰椎系を円弧にフィットさせ曲率半径を推定し、信号処理により椎骨間の隙間変化を求め椎間板負荷を評価する方法を提案する。

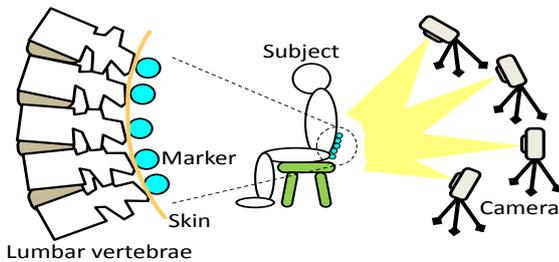


図1 3次元動作解析装置を用いた本提案法の概要

3. 実験

以下の4つの姿勢について提案する方法で負荷を推定し、Nachemson が行った電極挿入の実測値と比較を行い、本提案法の妥当性を検討する。

- 1 楽に立位した姿勢
- 2 1の姿勢から20°前に傾けた姿勢
- 3 背もたれのない椅子に座位した姿勢
- 4 3の姿勢から20°前に傾けた姿勢

今回は被験者2名で行った。図2は被験者1, 2の正規化した椎間板負荷である。左から比較対象の Nachemson の実測値、被験者1, 2の推定結果を示す。

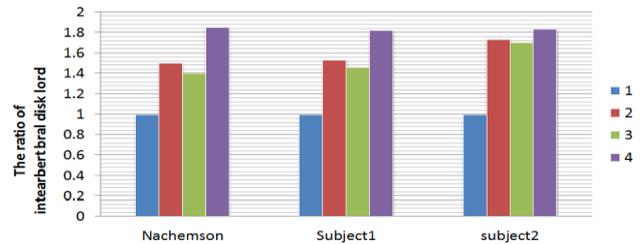


図2 静止姿勢における椎間板負荷の推定結果

図2から数値には誤差があるが、Nachemsonと同様の傾向を見ることができる。3次元動作解析装置を用いた本提案法でも椎間板負荷の推定が可能である見通しを得た。

4. 結言

3次元動作解析装置を用いて非侵襲的に椎間板負荷を推定する方法を提案し、Nachemson が行った侵襲的な計測の実測値と同様の傾向が得られた。よって、本提案法の妥当性を確認することができた。

今後は重量物を持った静止姿勢の推定も考えていきたい。また、咳を連続的に行うなど高速な動作中の推定も行い、提案手法を確立していきたい。

参考文献

(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, No. 6, (1974), pp. 104-114