

## 題目：加齢変化が自然立位時の体幹及び下肢関節角度変化に与える影響

-高齢健常男性と若年健常男性の比較-

保健医療学専攻・福祉支援工学分野・福祉支援工学領域  
氏名：千代丸正志

キーワード：静止立位 身体動揺 足圧中心位置

### 研究の目的と背景

我が国では超高齢化社会を迎え、多くの方がより長期間運動器を使用することになった。高齢者は加齢により不良姿勢を生じやすいため、立位姿勢評価は高齢者の整形外科領域における重要な理学療法評価の一つとなる。理学療法士の観察による立位姿勢評価は、身体を1つの剛体として捉えたものである。しかし実際の立位は、絶えず身体動揺を繰り返す動作である。身体動揺を計測し加齢の影響を抽出しようとする試みは多くなされてきた。実際の身体動揺の計測は、計測の簡便さや被験者への侵襲の少なさから足圧中心位置(Center of Pressure:以下 COP)が計測されることが多い。加齢の影響を抽出できる COP 要約統計量の選択については、その可否も含め結論がついていない。さらに COP の計測値は三次元上の動きである身体動揺を平面上の座標位置変化として計測したものであるため、理学療法士の観察による姿勢評価の際に着目することが多い体節や下肢関節の角度変化についての情報は省略される。高齢者の立位姿勢制御に関わる機能は低下するため、立位姿勢制御の方略は変化すると考えた。立位を動作として評価するには立位時の骨盤、胸郭や下肢関節の角度変化を定量的に明らかにすることが求められる。本研究の目的は、立位時に生じる身体動揺に着目し、高齢者と若年者の立位姿勢制御の違いを運動学、運動力学的に分析することによって明らかにすることである。

### 方法

対象は健常若年男性 30 名(平均年齢 32.1±6.0 歳、平均身長 172.3±5.0cm、平均体重 66.7±9.2kg)、健常高齢男性 30 名(平均年齢 74.3±2.8 歳、161.9±6.5cm、平均体重 60.2±9.1 kg)とした。いずれの被験者群も過去 1 年間に運動器疾患、脳神経疾患、眼疾患の既往と転倒歴の無いものとした。計測は、三次元動作解析システムと床反力計を用い、サンプリング周波数は 100Hz とした。動作課題は自然立位とし、計測時間は 60 秒とした。立位を計測する際に、足角や下肢アライメントが COP 動揺に与える影響や計測肢の選択が問題となる。まず立位計測の問題点を明らかにするために分析 1 と 2 を行った。分析 1 として全被験者の足角および下肢アライメントと COP 実効値の関係を Pearson の相関係数を用いて示した。下肢アライメントは左右股関節距離から左右足関節間距離を減した値を求めた。値が正の値であれば閉脚位、負の値であれば開脚位となる。分析 2 として左右の下肢関節角度変化の比較から検討した。結果を若年者と高齢者で比較した。左右肢の比較であるため統計は対応のある t 検定を行った。分析 3 は、立位時の下肢関節と体幹の角度変化を詳細に分析し若年者と高齢者の比較を行い、両者の違いについて検討した。さらに前額面での立位姿勢制御に影響を与える腰椎部の角度実効値と下肢アライメントを若年者と高齢者で比較し、両者の違いについて検討した。統計は対応のない t 検定を行った。分析 2 と 3 の体幹及び下肢関節角度の要約統計量は角度実効値と角速度とした。角度の実効値は角度変化の範囲の大きさを示し、角速度は角度変化の速さを示すと考えた。分析 4 として、立位時の身体動揺を決定する体節や下肢関節角度について検討した。統計はステップワイズ法による重回帰分析を行った。目的変数を COP 実効値、説明変数を頭部、胸郭、骨盤と下肢各関節の角度実効値とした。分析 5 として、倒立振子モデルを応用し、COP の位置変化と骨盤角度の関係を検討した。さらに、身体重心に与える影響の大きい骨盤と胸郭の相対的角度変化について検討

した。その結果から若年者と高齢者の比較を行った。また前額面の分析では、立位時の足位の影響を検討する目的で閉足位での立位も計測し分析も行った。COP 位置と骨盤角度、骨盤角度と胸郭角度の関係を Pearson の相関係数を用いて示した。いずれの分析においても有意水準は  $p < 0.05$  とした。

## 倫理上の配慮

被験者には本研究の目的や潜在的な危険を口頭および文書にて説明し、文書にて同意を得た。また、本研究は国際医療福祉大学倫理委員会(承認番号 10-76)と、文京学院大学倫理委員会(承認番号 2010-3)に承認を受け、実施した。

## 結果

分析 1 では、前額面では閉脚位であるほど左右方向 COP 実効値が大きく動く関係( $r=0.47$ )であった。その他の項目は有意な相関を認めなかった。分析 2 では矢状面では若年者、高齢者ともに左右肢に有意差を認めなかった。前額面では若年者、高齢者ともに有意差を認めた計測項目は、右側が大きい結果となった。分析 3 では、下肢関節角度実効値は両群ともに矢状面、前額面で膝関節が大きい傾向にあった。高齢者と若年者の比較の結果、高齢者は下肢の角速度が有意に小さく、胸郭の角速度が有意に大きい結果となった。また高齢者は矢状面では股関節角度実効値が有意に大きく、前額面では腰椎部の角度実効値が有意に小さく、下肢アライメントが有意に閉脚位であった。分析 4 では、重回帰分析の結果、矢状面では若年者の COP 実効値を予測する角度実効値は骨盤と頭部角度であり  $R^2$  は 0.73 であった。高齢者の COP 実効値を予測する角度実効値は骨盤角度であり  $R^2$  は 0.14 であった。前額面では若年者の COP 実効値を予測する角度実効値は骨盤角度であり  $R^2$  は 0.22 であった。高齢者の COP 実効値を予測する角度実効値は骨盤角度と右股関節角度であり  $R^2$  は 0.60 であった。分析 5 では、矢状面において、若年者 30 名、高齢者 23 名が COP 移動と骨盤角度変化の方向に強い正の関係を示した。胸郭と骨盤の角度変化の関係は、若年者 10 名、高齢者 21 名が胸郭と骨盤角度が同方向に変化する強い関係にあった。前額面では明らかな違いを認めなかったが、閉脚位にすると骨盤と胸郭角度は、若年者は 9 名、高齢者は 20 名が同方向に変化する強い関係にあった。

## 考察

本研究の結果、これまで立位姿勢制御において検討されることが少なかった膝関節の角度変化が、立位姿勢制御に大きく関わっていることが示唆された。若年者と高齢者の比較の結果、高齢者は下肢関節の微細な関節運動が行えないために、質量の大きい胸郭を大きく角度変化させる姿勢制御を行っている可能性がある。矢状面では股関節の実効値も大きく、静止立位においても股関節戦略を用いることが示唆された。しかし前額面では胸郭の実効値は小さかった。高齢者は腰椎部の可動範囲も狭く、さらに下肢アライメントの違いによる支持基底面の狭小化のために、胸郭は小さい範囲の角度変化となったと考える。重回帰分析の結果、矢状面では若年者は骨盤動揺から身体動揺を予測することが可能であるが、高齢者は多様な姿勢制御を行っており、逆に前額面では若年者は各部位の角度変化のパターンは多様であり、高齢者は骨盤と右股関節角度の動揺を主体とした姿勢制御を行っていることが示唆された。骨盤と胸郭の角度変化の関係は、高齢者は矢状面と閉脚位の前額面では胸郭と骨盤を同方向に角度変化させる傾向にあることがわかった。閉脚位では下肢関節の動きが制限されるため、主に体幹部で立位姿勢制御が行われた結果であると考えられる。高齢者は胸郭と骨盤を同方向に角度変化させるのに対し、若年者は体幹部での分離した角度変化で姿勢制御を行っていることが示された。

## 結語

本研究の結果、高齢者は下肢の微細な関節運動が行えないことが明らかになった。高齢者は、矢状面では股関節戦略を用いた姿勢制御を行い、前額面では下肢アライメントの影響から胸郭の角度変化を小さくした姿勢制御を行っていることが示唆された。また高齢者は胸郭と骨盤を同方向に角度変化させるのに対し、若年者は体幹部で分離した角度変化によって姿勢制御を行っていることが示唆された。

本研究では、高齢者と若年者は下肢関節や骨盤と胸郭の角度変化に違いがあることを示し、COP 要約統計量のみでは判断し難い高齢者と若年者の立位時の姿勢制御の違いを定量的に示した。この結果は、理学療法士の立位評価に、新たな知見を加えるものと考えられる。