

1. 緒言

本邦において変形性膝関節症(KOA)に罹患している患者は 1000 万人と推測されている。これは立位や歩行といった日常生活動作時に、膝に起因する疼痛によって、動作制限を余儀なくされる疾患で、同様に動作制限を受ける疾患に、慢性関節リウマチ(RA)がある。両疾患は、ともに「関節の変形により疼痛を生じる」という共通点があり、最終的な治療方法は、人工関節置換術を施行することによる機能再建である。両疾患は同様な手術を受けても、後のリハビリにおいて、動作獲得時期に差異が生じる。これらを考察するに当たって、両疾患患者が椅子から立ち上がる際の、動作加速度波形を測定し、加速度成分分析と波形のパワースペクトル分析を実施したので報告する。

2. 研究方法

対象・方法

日大板橋病院整形外科で人工膝関節手術を施行された KOA 患者 24 名・RA 患者 18 名を対象とした。本研究の開始にあたり実施者には本研究の意義と目的、方法、予想される利益と不利益などについて十分な説明を行い書面にて同意を得た。

計測機器及び使用機材

使用機材は、3 次元加速度計(Active tracer AC301:ACT, GMS 社)および本学機械工学科が製作した座高調整機能付 4 脚椅子(両肘掛付)を使用した。ACT は体動の重力加速度を連続して測定するものである。圧電効果を利用した加速度センサーが前後、左右、上下 3 方向に内蔵されており運動によって生ずる応力を受け、素子がゆがむことによって電圧が発生し加速度として検知する。0.02 秒毎の加速度の形で出力可能で分解能は 0.002G、測定範囲は 0G-2G である。

実験プロトコル

実験は 3 次元加速度計を使用し、課題とした「椅子からの立ち上がり動作」を遂行している際の身体の加速度を測定した。加速度測定は ACT を腰部(Jacoby line)中央に付属のベルトで固定し実施した。動作を測定する前に、任意及び随意に数回の練習動作を実施させた。課題を 5 回実施し、平均値を採用した。測定肢位は、各被験者が股関節屈曲 90° にて両足底が接地するように、座面高を調整した 4 脚椅子に座らせた。歩隔および足角は肩幅を超えない範囲で被験者の置きやすい位置とした。両上肢は立ち上がりの際に使用しないように教示し、自然に体側に下垂させた。

データ処理

加速度は 50Hz でサンプリングし、PC に取り込んだ。取り込んだデータを AcC3xA.exe (処理プロ

グラム)にて処理し、Microsoft Excel を用いてグラフ化した。X 軸を時間、Y 軸を加速度として表示した。抽出した 3 波形を重ね合わせ、課題動作の加速度推移グラフを作成した。得られた観測値を切り出し、時系列データファイルを作成した。観測された加速度時系列をグラフ上で動作中心区間と推定される点から前後 4 秒間、計 8 秒間のデータとして切り出し、被験者ごとに 5 回の平均値の時系列を作成した。課題動作の加速度波形を考察する際、対比を目的に Schenkman(1990)の起立動作4相分類を参考に行った。データは先頭レコードにデータ点数、開始時刻、サンプリング間隔などを含む、MemCalc で読める形式として構成した。得られた平均値のデータに対し、そのスペクトルの傾きを求めた。傾きを求める周波数帯域は 0.5 から 20Hz とした。

統計処理

各項目の統計学的検定には、Wilcoxon の符号付順位和検定を用い、有意水準を 5%以下とした。統計解析ソフトは SPSS for windows 10.0J を用いた。各測定値は mean ± standard deviation(以下、mean ± SD)で表した。

3. 結果

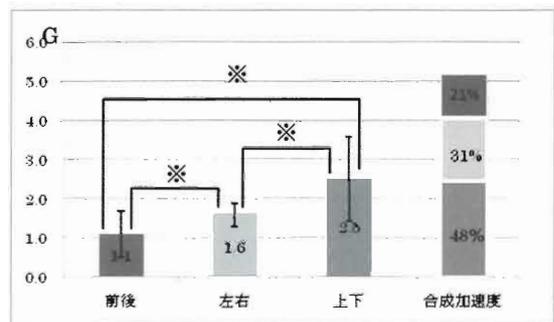


図 1 KOA 患者 24 名の積算および合成加速度

図1から1動作における平均合成加速度は 5.2G で、3 軸それぞれの加速度は前後 1.1G、左右 1.6G、上下 2.5G であった。1動作中の加速度成分は上下方向が単独で総体比 48%と約半分を占める結果となった。

一方前後方向の加速度は、総体比 21%と検出量が最も少ない結果となった。左右方向は総体比 31%であった。

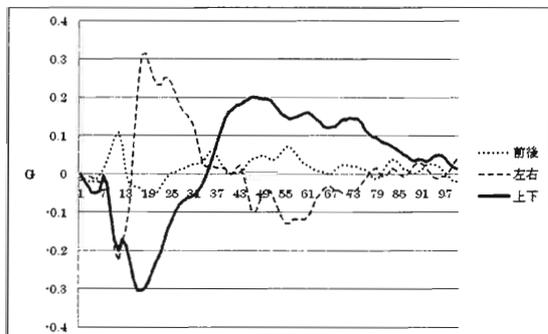


図2 KOA患者24名の立ち上がり動作波形

図2は立ち上がり動作の24名の平均波形である。測定データをエクセル上で平均し作成した。安静座位の状態から加速度が検出され始めた時点を動作開始とし、その直後から前下方及び左方向への加速度が観測された。

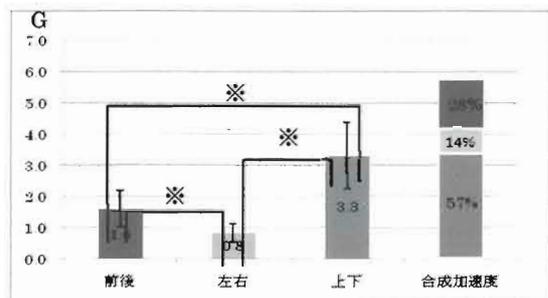


図3 RA患者18名の積算および合成加速度

図3の加速度から1動作における平均合成加速度は5.8Gで、3軸それぞれの加速度は前後1.6G、左右0.8G、上下3.3Gであった。1動作中の加速度成分は上下方向が単独で総体比57%と約半分以上を占める結果となった。一方左右方向の加速度は、総体比14%と3軸のうち最も少ない結果となった。前後方向は総体比28%であった。

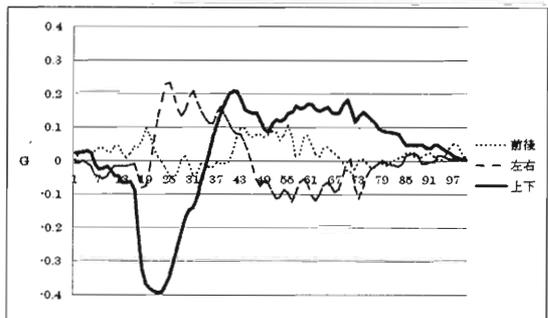


図4 RA患者18名の立ち上がり動作波形

図4はRA患者の立ち上がり動作の18名の平均波形である。KOAと比較し、左右方向の成分が小さく、波形は小刻みかつ2峰性であることが認められる。全体的に波形の振幅が小さい中、上下方向のみ大きく滑らかな波形を示している。

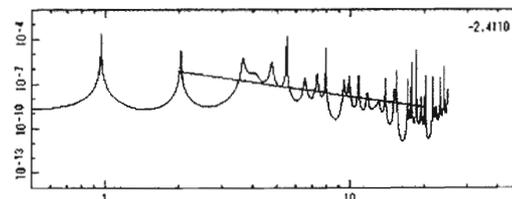


図5 KOA患者における上下方向加速度のパワースペクトル

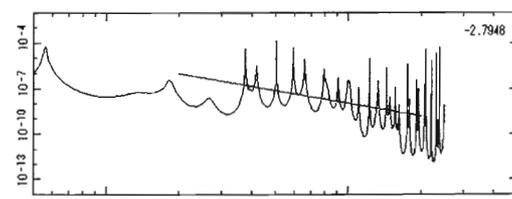


図6 RA患者における上下方向加速度のパワースペクトル

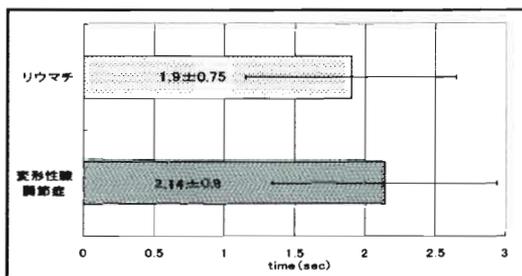


図7 KOAとRAの立ち上がり動作時間の比較

4. 考察および結言

KOAとRAの椅子からの立ち上がり動作の比較では、RAはKOAの112%であり、単位動作当たりの活動量が多い(図1・3)。加速度成分比ではKOAとRA共に上下方向が最も多いが、左右方向はRAが、前後方向はKOAがそれぞれに次いで多く観測された(図1・3)。動作構成の主成分である上下方向のパワースペクトル(図5・6)は、KOA-2.4とRA-2.8と類似していた。動作時間の比較では(図7)、RAがKOAの90%であった。これらから両者は、パワースペクトル上類似しているが、RAはKOAより動作時間が短く活動量が多い。従ってRAはKOAより、動作生成において効率的な運動方法を選択していると考えられる。それは図2・4の対比でも認められるように、より短時間に一気に動作を成立させるためと考えられる。この動作方法は、きわめて短時間に大きなパワーを発揮できる特性を有している、伸張-短縮サイクル(Stretch-shortening-cycle:SSC)を利用した筋腱複合体(muscle tendon complex:MTC)動作と考察された。