

111 健常者における下肢関節3次元運動解析

Three Dimensional Motion Analysis for the Normal Joint in Lower Limb

○学 寺島正二郎 (新潟大学) 正 寺島和浩 (新潟大学) 准 長崎浩爾 (新潟大学)
 正 原 利 昭 (新潟大学) 石井義則 (新潟大学) 古賀良生 (新潟こばり病院)

Shojiro TERASHIMA, Niigata University, 8050, Ikarashi 2-no-cho, Niigata-city, Niigata
 Kazuhiro TERAJIMA, Niigata University
 Kouji NAGASAKI, Niigata University
 Toshiaki HARA, Niigata University
 Yoshinori ISHII, Niigata University
 Yoshio KOGA, Niigata Kobari Hospital

Key Words : Biomechanics, Dynamic Measurement, Three Dimensional Motion Analysis, Goniometer,

緒言

社会の高齢化が進み、高齢者や障害者、同時に健常者にとっても住み易い環境を如何に創り出すかが注目されている。高齢に起因した疾患に対する予防および治療法の確立もその一つである。中でも変形性膝関節症 (osteoarthritis 以下, OA) は発生頻度が非常に高く, OA患者は苦痛を伴うため行動の制約を受ける。これにより, 究極的には人間らしい生活の基本を失う恐れがあるため, OAは解決すべき重要な問題であるが, 未だその発症原因などは解明されていない。そこで, 工学研究者がバイオメカニクスに基づいて, 関節運動の測定・評価を行い, OAの発症原因を解明し, 予防や治療および人工関節を開発すること等が種々の観点から望まれている。

従来から, 様々な方法によりOAが評価されているが, 比較の基礎となる健常者を評価することも重要である。また, 健常者においても性別, 年齢の違いにより膝関節運動の特徴は異なり, これがOAの発症に大きく関連していると思われる。そこで, 本研究では健常者を男女および若年代一中高年代により分類し, それらの膝関節運動の特徴を3次元的に評価した。

対象および測定方法

下肢に既往歴の無い健常者を測定対象とし, 男女別に若年群と中高年群の合計4群を評価した。若年群の男性10名13膝 (20-26歳, 平均22歳8ヶ月) および女性12名16膝 (19-29歳, 平均23歳11ヶ月) を, また中高年群の男性5名5膝 (67-75歳, 平均70歳2ヶ月) および女性5名5膝 (65-70歳, 平均67歳7ヶ月) を測定対象とした。

また, 6つのポテンシオメータとリンクから構成されるゴニオメータを大腿と下腿の外側に固定し, 屈曲-伸展運動 (以下, 自動運動) および歩行時の膝関節運動を3次元的に計測した。次に, 2方向X線撮影を行い, 大腿骨と脛骨に解剖学的な骨座標を規定した。この骨座標系に, ゴニオメータにより測定された関節運動の変位置を与えることにより, 膝関節運動を大腿骨に対する脛骨の3次元相対運動として求めた。また, 関節運動を3次元評価するために, 解析により得られた関節運動をX, Y, Zの各軸まわりの回転運動と並進運動を表す合計6つのパラメータの変化によって表示した。

結果

図1に自動運動における若年男女の各パラメータ変化を示した。グラフの横軸は屈曲角とし, 縦軸を内反-外反 (Add.- Abd.), 内旋-外旋 (Int.R.- Ext.R.), 内側-外側 (Med.- Lat.), 前方-後方 (Ant.- Post.), 遠位-近位 (Prox.- Dist.)の各変位置として表示した。但し, グラフにおける各パラメータの単位として, 回転運動を表している屈曲-伸展, 内反-外反, 内旋-外旋については角度 (degree), 平行移動を表している内側-外側, 前方-後方, 近位-遠位については長さ (mm) を用いて表した。この図に示す様に, 自動運動における若年男性の運動パターンは全被験者において, 屈曲に伴う内反, 内旋, 内側, 前方, 遠位方向への変位によって確認された。

また, 若年女性群では, 男性群と同様に屈曲に伴って内反, 内旋, 内側, 前方, 遠位方向への変位を示すパターンAと, 屈曲に伴い外反傾向が現れたパターンBの2通りに

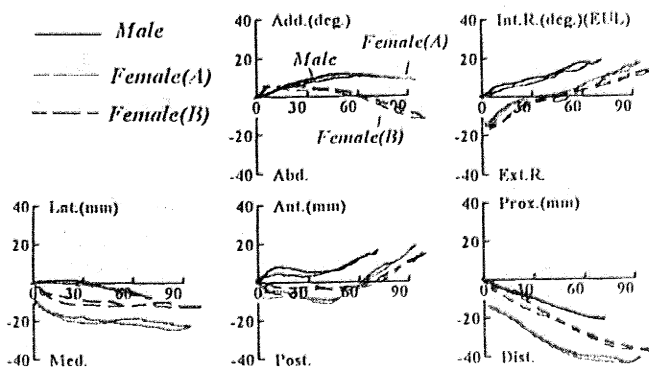


Fig.1 Active Motion by Young Age

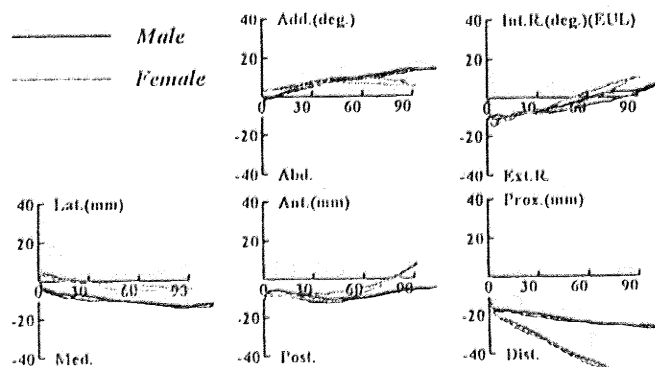


Fig.2 Active Motion by Middle Age

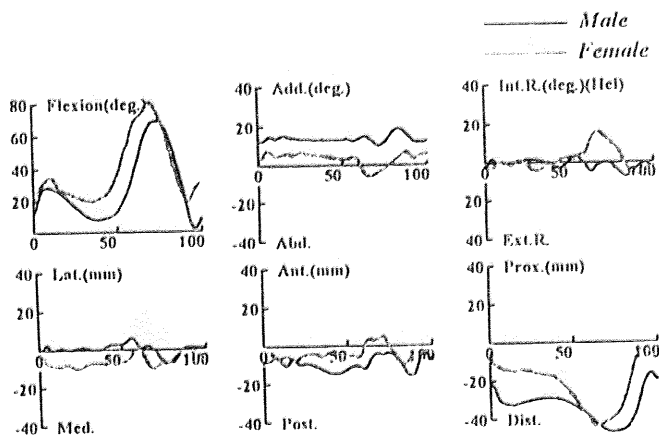


Fig.3 Walk Pattern by Young Age

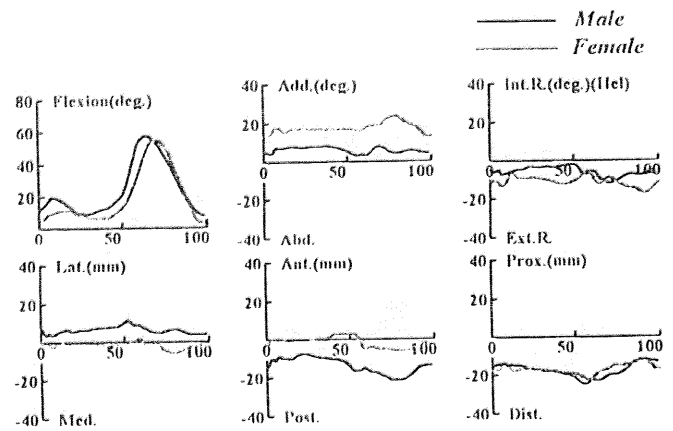


Fig.4 Walk Pattern by Middle Age

大別された。

中高年男女の自動運動パターンを図2に示す。男女共に若年男性群とほぼ同様な傾向が見られた。

若年男女の歩行運動の結果を図3に、中高年男女の結果を図4にそれぞれ示した。また、1歩の歩行運動、即ち片足の踵が接地してから再び接地するまでの運動を1歩行周期とした。この歩行周期に対する時間的変化をパーセントでグラフの横軸として表した。図中の横軸上 80-100の値、即ち踵が床に接触する瞬間(以下、Heel Contact時)には、伸展、外反、外旋、外側、前方、近位方向への変位がそれぞれ見られた。若年男女間では、大きな差異は認められなかったが、Heel Contact時の女性群の外反、外側への移動量は全例とも男性群に比べて減少する傾向が見られた。また、中高年群のパラメータ変化量は若年群に比較して小さく、平坦な変化となり、Heel Contact時の外反、外側方向への移動量も減少する傾向にあった。

考察

従来、膝関節運動の評価例では、各群における平均値とSD値に基づいて結果を検討した報告が多い。しかし、この方法ではデータを平均化するために微妙な変化が相殺される恐れがあり、結果を詳細に検討する上で不利と思われる。そのため、本研究ではデータの平均化を避けた。歩行運動における測定結果から、Heel Contact時に、若年男性群では伸展に伴って大きく外反方向への運動を伴うのに対して、若年女性群の外反運動は男性群に比べて僅かであることが確認された。

日本人のOAは女性に多く見られ、全例内反変形を伴うことから、健常者の関節運動における性差はOAと深い関係を有すると思われる。この性差は、女性群においては膝関節の内顆側で荷重を負担するのに対し、男性群においては内顆側の荷重負担は少ない傾向を示すと思われる。そこで、Heel Contact時に作用する外反運動の特徴を、OAと関連付けて検討する。歩行動作中のHeel Contact時には、瞬間的ではあるが膝関節内に非常に大きな応力が作用することが知られている。また、OA患者のように内反運動を伴いながらのHeel Contact時には、摺動部分である内顆側に応力が大きく作用し、これによって更に摩耗変形が進と

推測される。このことから、Heel Contact時の内反運動は内反変形型OAの発症要因の1つと思われる。

これに対して、健常者の外反運動は内顆側の作用応力を減少させると機能を持つ考えられるが、若年期から女性群の外反運動は男性に比べて僅かであるために、内顆側に大きな応力が作用し易くなると思われる。また、自動運動の結果より、男性群においては膝関節伸展時に内反方向への運動は見られなかったのに対し、約3割程度の若年女性においてはこの内反運動が確認された。これらのことから、女性はOAを発症し易い傾向にあると思われた。

中高年群における歩行時の運動パターンでは、各パラメータの変化量が若年群のそれに対して減少する傾向が見られた。即ち、健常者においても中高年以降では加齢による体力の減少や、骨、筋、靭帯などの変形、変性などにより、本来の膝関節運動が次第に維持出来なくなることが認められる。

結言

若年および中高年健常者の膝運動を3次元的に解析し、以下の結論を得た。

- 1) 健常者はHeel Contact時に外反運動を伴っている。
- 2) 女性群の外反運動は男性群に比べて僅かである。
- 3) 外反運動の減少は内反変形型OAの発症要因の一つと思われる。

参考文献

- 1) 寺島和浩ほか：CRシステムを用いた膝運動三次元解析システムの開発。整形外科バイオメカニクス；13：213-217, 1991
- 2) E.S.Grood et.al.：A joint Coordinate System for Three-Dimensional Motions:Application to the knee. Transaction of the ASME; 105: 136-144; May 1983