

DXA を用いた下肢慣性モーメントの算出および発育期スポーツ選手の 慣性モーメント変化に関する検討

鳥居 俊¹、飯田 悠佳子¹、中原 啓吾²、村田 祐樹²

(¹早稲田大学スポーツ科学学術院、²早稲田大学スポーツ科学研究科)

Calculation of moment inertia of the leg using DXA and its application to developmental change of moment inertia in growing athletes

Suguru Torii¹, Yukako Iida¹, Keigo Nakahara² and Yuuki Murata²

(¹Fac Sport Sci, Waseda Univ and ²Grad Sch Sport Sci, Waseda Univ)

【緒言】報告者らはこれまで、発育期小児の身体成分量や運動器（骨、筋、腱）の発育変化を横断的、縦断的に検討してきた。小児において身体発育は部位ごとで一様でなく、また部位の中でも中枢と末梢で一様ではない。このような不均一性は同一動作における関節モーメントやトルクが発育により変化することを推測させる。このような変化が発育期の特定の年齢に好発するスポーツ障害の発生要因となる可能性がある。そこで、DXA 法により測定した身体成分データをもとに重量分布から慣性モーメントを算出し検討を加えた。

【対象と方法】DXA 装置 Delphi-A QDR を用い whole body mode で計測したデータを股関節からの距離に関する重量分布として解析し、 Σ 重量 \times 距離²により矢状面上での慣性モーメントを算出した。さらに股関節の動きを制動する骨盤帯の除脂肪量を求め、これらの比を検討した。

【結果】まず成人の計測データを使用して慣性モーメント値の再現性を検討したが、再解析の再現性は 100% に近かった。次に、大学生短距離走選手の入学後の計測値を用いて年次変化を検討した。大部分の選手で慣性モーメント/骨盤帯除脂肪量は減少し、より動きが向上している可能性が示唆された。同様に、中学生サッカー選手を対象に、慣性モーメント/骨盤帯除脂肪量の年次変化を検討したところ、中学 2 年生頃を最大に増大し、その後減少する傾向が見られた。

【考察】慣性モーメントが大きいと動作の開始により大きな駆動力を要し、また動作を停止させるにも大きな制動力を要する。下肢の筋量分布から慣性モーメントを算出する

研究は陸上競技選手を対象に人種差に注目して行われてきた。下腿の末梢の重量分布が少ないケニア人は欧米人より動作的に有利で、フルマラソンの短縮可能なタイムを試算した報告もあった。一方、発育途上の身体では、発育が末梢で先行することから、増大する慣性モーメントを駆動制動する骨盤帯筋量が相対的に不足する時期が存在すると予測される。このような時期には高い慣性モーメントが骨関節に高い負荷を与えることでスポーツ障害を生む危険がある。下肢慣性モーメントの増大は腰部、骨盤帯への負荷を増大させることから、腰椎分離症などの障害発生と関連する可能性がある。

本研究から慣性モーメント/骨盤帯除脂肪量は 14 歳頃最大となることから、14 歳頃に腰部骨盤帯に最も高い負荷が加わっていると考えられる。最近の報告では腰椎分離症の最も発生頻度の高い年齢が 14 歳とされており、本研究の結果と一致する。腰椎分離症の発生予防には骨盤帯除脂肪量の増加が鍵となり、慣性モーメント/骨盤帯除脂肪量が減少するような年齢まで高い負荷を避ける、あるいは積極的に骨盤帯除脂肪量を増加させるトレーニングを行う、などの予防策が考えられる。今後、同様の方法で野球肘や腱板損傷など上肢のスポーツ障害に対して、上肢の慣性モーメント値の検討を活用できるように算出方法を考案する必要がある。

【結語】DXA 法による計測データを用いて下肢慣性モーメントを求め、駆動制動力となる骨盤帯除脂肪量との比を検討した。大学生短距離走選手では比が減少したが、中学生サッカー選手では 14 歳まで増大していた。