

論 文 内 容 要 旨

Differences of muscle co-contraction of the ankle
joint between young and elderly adults during
dynamic postural control at different speeds

(異なるスピードでの動的姿勢制御における若年者
と高齢者の足関節周囲筋同時収縮の違い)

Journal of Physiological Anthropology, 36:32, 2017.

主指導教員：新小田 幸一 教授

(医歯薬保健学研究科 生体運動・動作解析学)

副指導教員：花岡 秀明 教授

(医歯薬保健学研究科 老年・地域作業機能制御科学)

副指導教員：濱田 泰伸 教授

(医歯薬保健学研究科 生体機能解析制御科学)

岩本 義隆

(医歯薬保健学研究科 保健学専攻)

関節運動において、主動作筋と拮抗筋が同時に働くことを筋の同時収縮という。相反抑制機構は、通常行われる随意運動では同時収縮は生じにくくさせているが、若年者の習熟された運動などにおいては、関節を安定化させるために必須の機構となっている。加齢に伴い、下肢における筋の同時収縮が増大することが報告されており、高齢者における下肢筋同時収縮の増大は、姿勢制御時の補償戦略であるとする報告が存在する一方で、余剰な同時収縮はエネルギーコストを増大させ、姿勢応答の多様性を奪うとする報告も存在する。歩行スピードと足関節周囲筋同時収縮の関係性を検討した先行研究において、若年者においては歩行スピードの増大とともに同時収縮が増大したが、高齢者においては同様の変化を認めなかった。加齢に伴い歩行スピードのみならず、動的姿勢制御時のスピードも低下することが報告されているが、足関節周囲筋同時収縮との関係は明らかにされていない。そこで本研究は、異なるスピードでの動的姿勢制御における若年者と高齢者の足関節周囲筋同時収縮の違いを検討し、高齢者における同時収縮が動的姿勢制御に及ぼす影響に関する新たな示唆を得ることを目的として行った。

被験者は健常若年者 15 人（平均年齢 22.6 歳，平均身長 1.65m，平均体重 59.8kg）と，地域に居住する健常高齢者 16 人（平均年齢 73.2 歳，平均身長 1.56m，平均体重 57.2kg）であった。被験者は 2 基の床反力計（TF-400-A，テック技販社製）上で，立位姿勢より踵部を床面から離すことなく身体を最大限前傾後，元の立位姿勢に戻る課題を行った。課題条件は，被験者の感じる快適速度で行う preferred 条件，出来る限り速く行う fast 条件の 2 条件であった。運動力学的データは，3 次元動作解析システム Vicon MX（Vicon Motion Systems 社製）を用いて被験者の身体各標点に貼付した赤外線反射マーカの動きを計測することで取得し，運動力学的データは床反力計より取得した。被験者の利き脚の前脛骨筋（TA）およびヒラメ筋（SOL）に表面電極を貼付し，表面筋電計 EMG マスター（メディエリアサポート企業組合）を用いて筋電図学的データを取得した。解析範囲は，身体重心（COM）前後方向座標が静止立位時の平均値±標準偏差×2 を超えた瞬間から，最も前方に変位した瞬間までとした。解析は COM および足圧中心（COP）変数，TA および SOL の平均筋活動量，TA と SOL の同時収縮指数（CI）を変数として行った。平均筋活動量は，各被験者の動作中の表面筋電データを最大随意筋収縮（MVC）時の表面筋電データで除して算出し（%MVC），CI は Falconer および Winter の方法を参考に算出した。統計学的解析には SPSS Ver.22.0（日本アイ・ビー・エム社製）を用い，各変数に対して年齢群間および条件間で差の検定を行い，Sequential Bonferroni を用いて補正した値を用いて統計学的有意差を判断した。有意水準は $p = 0.05$ とした。

姿勢制御に関する COP，COM 変数では若年群，高齢群の 2 群間に有意差を認めなかった。また若年群において，fast 条件では preferred 条件と比較して COP 前方変位量が有意に高値を示したが，高齢群においては有意差を認めなかった。しかし CI に関して，静止立位，preferred，fast の各条件において，高齢群は若年群と比較して有意に高値を示した。若年群において，fast 条件では preferred 条件と比較して CI は有意に高値を示したが，高齢群において 2 条件間に有意差は認めなかった。

結果より，高齢群においては動作スピードの大小に関わらず，若年群と比較して CI が大きい

ことが示された。高齢群においては、TA、SOLともに平均筋活動量が若年群と比較して高値を示しているが、TAは若年群の3から4倍程度、SOLは若年群の1から1.5倍程度となっている。筋線維にはType I線維とType II線維が存在し、加齢に伴い相対的にType I線維が減少することが知られているが、SOLはTAと比較してその組成においてType I線維が占める割合が高く、このことが加齢にともないTAの平均筋活動量が相対的に大きくなり、CIが増大した理由の一つであると考えられる。

若年群は課題の遂行スピードを増大させるとともに、足関節周囲筋同時収縮を増大させて対応していたが、高齢群は一様であった。先行研究において、若年者は課題の難易度にあわせて同時収縮を調節し適応していることが示されており、本研究の結果を支持している。一方高齢群においては、動作スピードの増加に対してCOM変位量は小さくなったがCOP変位量には有意な変化を認めなかったこととも合わせ、動作スピードを増大させる際に同時収縮を調節することは困難でも、戦略として足関節を固めて増大したスピードに対して動きを小さく抑えようとしながら対応している可能性が示唆された。