

氏 名	あずま たかし 東 隆 史
学位(専攻分野)	博 士 (学 術)
学 位 記 番 号	博 甲 第 4 7 6 号
学位授与の日付	平成 19 年 9 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 3 条第 3 項該当
研 究 科 ・ 専 攻	工芸科学研究科 機能科学専攻
学 位 論 文 題 目	運動開始時の初期重心位置の違いが先行随伴性姿勢調節と運動成果に及ぼす影響について (主査)
審 査 委 員	教授 野村照夫 教授 遠藤泰久 教授 中島敏博

論文内容の要旨

安静立位から最大努力で素早く一歩踏み出し動作を行った場合には、主動筋である縫工筋の放電開始に先行して両脚の前脛骨筋に放電が認められる。これらの筋活動は、いわゆる先行随伴性姿勢調節 (anticipatory postural adjustments : APA) と呼ばれている。APA は、生得的な反射によるのではなく、意図した運動を開始する前に上位中枢機構 (central nervous system : CNS) からの指令により発現していると考えられている。先行研究より、APA に影響を及ぼす要因としては、1) 運動開始時の重心位置、2) 主運動のパフォーマンス、3) 主運動の種類、4) 姿勢平衡の不安定性などが報告されている。

本論文は、運動開始時の重心位置と APA との関係に着目し、APA の見越し時間 (運動開始前の APA の活動時間) と平均振幅 (運動開始前の APA の平均活動量) が種々の初期重心位置から一歩踏み出し動作を行った際の運動成果にどのように関わっているのかを検討したものである。10 名の被験者は、9 種の初期重心位置から一定の歩幅 (各被験者の身長 of 40%) で、キックの利き脚である右脚を運動脚として一歩踏み出し動作を行った。

第 1 章では、APA に関する論文を検討し、APA に影響を及ぼす要因の中から特に運動速度、運動開始時の重心位置、触覚、圧覚と APA の関係について検討することにより APA の機能的意義について述べている。

第 2 章では、運動開始時の重心位置を水平 (左右) 方向に変化させた際に、APA のどのパラメーターがパフォーマンスを増大させているのかについて検討している。3 種 (運動脚位、安静位、支持脚位) の初期重心位置のうち運動脚位から一歩踏み出し動作を行った場合は、他の 2 条件と比較して、前脛骨筋の見越し放電時間および前方への重心移動距離が長く、見越し前方推力が大きく、動作時間が短縮した。運動脚の前脛骨筋の見越し放電時間は、ステップ開始前の初期の触覚メッセージによって見積もられた重心の移動距離に応じて準備され、支持脚方向への推力の増大だけでなく、踵離地時の前方推力の増大にも直接関わっていることを示唆した。

第 3 章では、運動開始時の重心位置を水平方向と矢状 (前後) 方向に変化させた 9 種の初期重心位置において APA がパフォーマンスにどのような影響を及ぼすかについて検討している。9 種の初期重心位置のうち、運動脚位群 (右斜め前傾位、運動脚位、右斜め後傾位)

において、運動脚の前脛骨筋の見越し放電時間は、先行随伴性局面の前方のメカニカルパラメーター(重心の移動距離、重心の移動速度、推力)と有意な正の相関関係が認められた。また、9 条件すべてにおいて、見越し前方推力は動作時間との間に有意な負の相関関係が認められた。9 種の初期重心位置のうち、運動脚位および右斜め後傾位からの一步踏み出し動作では、前脛骨筋の見越し放電時間の増大によって、見越し前方推力の力積が増大し、動作時間が短縮したものと推察された。

以上のことから、運動開始時の初期重心位置を変えて一步踏み出し動作を行った場合には、各初期重心位置に対して水平方向と矢状方向の姿勢要求量が上位中枢機構によって見積られ、それに応じて水平方向および矢状方向の APA の先行時間がそれぞれ調節されるものと考えられる。運動脚位および右斜め後傾位からの一步踏み出し動作では、運動脚への初期の荷重情報が APA に影響を及ぼし、その APA の放電時間の増大によって、見越し前方推力の力積が増大し、その結果、動作時間が短縮するという新しい知見が得られた。

本論文の結果より、歩行時の転倒を防止するためのトレーニングや脳血管障害による歩行障害を改善するためのリハビリテーション手段の 1 つとして、歩行開始前の立位時の初期重心位置を安静位から運動脚位に変えた(運動脚の足底を少し加圧する程度に体重をかける)状態から歩きだすことを導入していくことも検討すべきであることを述べた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、意図した素早い運動を開始する前に発現する先行随伴性姿勢調節 (anticipatory postural adjustments : APA) に関するヒトの運動制御機構を探る研究である。本論文では、運動開始時の重心位置と APA との関係に着目し、APA の見越し時間(運動開始前の APA の活動時間)と平均振幅(運動開始前の APA の平均活動量)が種々の初期重心位置から一步踏み出し動作を行った際の運動成果にどのように関わっているのかを検討したものである。第 1 章では APA の機能的意義について広範な文献研究より総括し、第 2 章では運動開始時の重心位置を左右方向に変化させた際の APA のパラメーターとパフォーマンスの関連を検討した。第 3 章では 9 種の初期重心位置の違いによる APA がパフォーマンスに及ぼす影響を検討した。これらの結果から、運動脚位および右斜め後傾位からの一步踏み出し動作では、運動脚への初期の荷重情報が APA に影響を及ぼし、その APA の放電時間の増大によって、見越し前方推力の力積が増大し、その結果、動作時間が短縮するという新しい知見が得られた。

副論文の 1 編は、International Journal に掲載されており、国際的にも価値のある論文(IF1.976)である。本研究の結果は、歩行時の転倒を防止するためのトレーニングや脳血管障害による歩行障害を改善するためのリハビリテーション手段として応用でき、今後、幅広い活用が期待される。

本論文は、査読制度の整った学会誌等に掲載された下記 3 編の副論文および 2 編の参考論文に基づいて執筆されたものであり、申請者は、副論文の 2 編において筆頭著者となっている。

<副論文>

[1]花野俊昭、伊東輝雄、東 隆史、伊東太郎 (1992)

ホッピング跳躍中の踏切脚の動作に関する筋電図的解析、 陸上競技研究 8:20-27

[2]Azuma T, Ito T, Yamashita N (2007;in print)

Effects of changing the initial horizontal location of the center of mass on the anticipatory postural adjustments and task performance associated with step initiation. Gait Posture

[3]東 隆史、伊東太郎、山下謙智 (2007.7;in accept)

運動開始前の初期重心位置の変化が先行随伴性姿勢調節と運動成果に及ぼす影響について、大阪体育学研究 第 46 号

<参考論文>

[1]Ito T, Azuma T, Yamashita N (2003)

Anticipatory control in the initiation of a single step under biomechanical constraints in humans. Neuroscience Letters 352-3:207-210

[2]山下謙智、伊東太郎、東 隆史、徳原康彦 (2007.2)

多関節運動入門、ナッブ