

不安定な特性を持つ靴の長期着用時の自然立位姿勢時の身体動揺と筋活動の変化

身体運動科学研究領域

5008A007-0 岩田 晴夫

研究指導教員：彼末 一之 教授

【緒言】

ヒトは様々な姿勢調節を行い身体動揺の安定性を図ることにより、立位姿勢を維持している。本研究で用いた MBT shoes は「柔らかく、不安定な、草原や森の大地を再現した靴」である。普通の靴は安定性を求めた靴がほとんどであるが、MBT は反対に柔軟な地面の「自然な不安定さ」をコンセプトに開発された（図 1）。足部の不安定さをあえて再現することで人が本来持っている機能を最大限に引き出そうとする。本研究ではこの靴を長期に着用したときの立位姿勢時の身体動揺、足関節運動と下肢筋群の筋活動の変化を検討した。



図 1 MBT-shoes

【方法】

被験者は健常な成人 14 名（平均年齢 24 ± 3 歳）を対象とした。被験者には使用記録（着用時間、コメント）を記録用紙に記入させた。早稲田大学所沢キャンパスフロンティアリサーチセンターにある動作分析室にて靴の使用前（0 ヶ月）と使用開始から 1、2、3 ヶ月の 4 回の測定を行った。評価指標は頭頂部動揺、足関節運動、表面筋電図とした。身体に計 27 点の反射マーカー、右下肢の 8 箇所表面筋電図を貼付した。測定は自然立位姿勢の 1 試行を 60 秒間（開眼 30 秒、閉眼 30 秒）とし、1 条件 7 試行を行った。測定は①素足（barefoot）、②普段靴（shoes）、③ MBT-shoes 着用の注意点を教示する。教示前

（MBTpre）および④後（MBTpost）の 4 条件で行った。解析は開眼、閉眼それぞれの区間の 20 秒間とした。頭頂部動揺の XY 平面上での総軌跡長、Z 軸上での総軌跡長、足関節の動きの総変化量、下肢筋活動を算出した。統計は 0、1、2、3 ヶ月を要因とした一元配置分散分析を行い Dunnett の多重比較検定を行った。有意水準は $P < 0.05$ とした。

【結果】

XY 平面上における頭頂部動揺の総軌跡長の平均値を比較した。Barefoot において 0-2 month ($P < 0.01$)、0-3 month ($P < 0.01$)、shoes においては 0-2 month ($P < 0.01$)、0-3 month ($P < 0.01$)、MBTpre においては 0-2 month ($P < 0.05$)、0-3 month ($P < 0.01$)、MBTpost においては 0-2 month ($P < 0.05$)でそれぞれ有意差を示した。同様に頭頂部の Z 軸上における動揺の総軌跡長の平均値を比較した。barefoot においては 0-3 month ($P < 0.01$)、shoes においては 0-3 month ($P < 0.01$)、MBTpre においては 0-3 month ($P < 0.01$)、MBTpost においては 0-3 month ($P < 0.01$)でそれぞれ有意差を示した。また、足関節の動きの総変化量の平均値を比較したところ、barefoot においては 0-3 month ($P < 0.01$)、shoes においては 0-2 month ($P < 0.01$)、0-3 month ($P < 0.01$)、MBTpre においては 0-3 month ($P < 0.01$)、MBTpost においては 0-3 month ($P < 0.01$)でそれぞれ有意差を示した。頭頂部動揺、足関節とも着用期間が長くなるにつれて動揺が大きくなる傾向が見られた。表面筋電図は大腿二頭筋においてのみ barefoot で 0-1 month ($P < 0.05$)、shoes で 0-1 month ($P < 0.05$)、MBTpre で 0-1 month (P

< 0.05)、 MBTpost で 0-2 month($P < 0.05$)、 0-3 month($P < 0.05$)の有意差を示した。他の筋活動は個人差が大きく条件間で有意な差は見られなかった。

【考察】

XY 平面上の頭頂部の動揺：MBT shoes の足底部は前後方向への動きが起りやすい構造になっており、頭頂部の動揺は前後方向への動揺の増加に伴ったものと考えられる。また経時変化がみられたことは長期着用によりその不安定さの特性を学習しているのではないかと考えられた。この効果は MBT-shoes の非着用 (barefoot、shoes) においても表れると考えられた。

Z 軸上における頭頂部の軌跡：MBT-shoes 着用において経時変化とともに動揺の増加がみられたことより、その不安定さに対する動きを徐々に学習していったことが考えられる。ただし、この Z 軸上での動きの学習には長期間が必要である。また XY 平面での動揺と同じように Barefoot、shoes でも変化が見られたことより、MBT-shoes の非着用においてもその身体的変化を学習しているのではないかと考えられた。

足関節の動き：0, 1 ヶ月にみられる足関節の非律動的な底背屈運動は MBT shoes の不安定さに適応していないためと考えられた。その後 2, 3 ヶ月では律動的な底背屈運動が観察された。これは MBT shoes の不安定さに対応した足関節の動きを学習したためと考えられた。さらに、barefoot、shoes で有意差を示したことより、MBT shoes の非着用においても足関節の動きが行われていることが考えられた。

表面筋電図：大腿二頭筋において筋活動の経時的な増加が観察された。本研究で用いた MBT shoes の特性として“自然の不安定さ”をコンセプトに開発された靴である。あえて

不安定な状態を生み出し、身体の自己防衛能力を活性化させ骨格筋システムを高める働きがある。

総合議論：頭頂部の水平面上での動揺と鉛直方向での動揺増加より“不安定だからこそ自分自身の身体姿勢を常に安定させて保持できるようにトレーニングするための日常履き”という教示内容に沿った、身体動揺を修得できたのではないかと考えられた。MBT shoes の特性としての“自然な不安定さ”に対する応答の学習が足関節で行われていると考えられた。しかし、足関節の動きに関わる前脛骨筋および下腿三頭筋などの主動筋においては経時変化に伴う有意な変化はみられなかった。

【結語】

本研究は 3 ヶ月間の MBT shoes 着用における身体動揺および筋活動の変化を観察した。barefoot、shoes、MBTpre、MBTpost の足部 4 条件で頭頂部動揺、足関節運動、表面筋電図の経時変化について比較検討した。

- ・頭頂部動揺：XY 平面：足部 4 条件において 0-2 month と 0-3 month (MBTpost 除く) に総軌跡長の有意な増加がみられた。

- ・Z 軸：足部 4 条件において 0-3 month に総軌跡長の有意な増加がみられた。

- ・足関節運動：足部 4 条件において 0-2 month と 0-3 month において総変化量の有意な増加がみられた。

- ・表面筋電図：大腿二頭筋の 0-1 month において筋活動の有意差な増加がみられた。

3 ヶ月間の MBT shoes 着用により足関節戦略の変化が起こり、頭頂部の動揺も変化していくことが示唆された。足関節運動に関わる主動筋の筋活動の有意な増加はみられなかったが、総変化量の有意な増加より共同筋の筋活動の増加の可能性が示唆された。