

パンプスのインソール有無による足圧や動作への影響

大阪体育大学大学院スポーツ科学研究科

教授 石川昌紀

研究員 牧野晃宗

助手 国正陽子

大学院生 上野 薫

目的

本研究の目的は、特殊なインソールをパンプスに挿入することによる、静止足圧やダイナミックな動作への影響について検討することである。

方法

被験者は健康な成人女性 1 名（年齢 20 歳，身長 152.5 cm，体質量 45 kg）であった。各測定はインソール無し・有りの条件での測定をそれぞれ実施した。

足圧の測定は、被験者に足底圧力分布計測システム (P-walk, BTS Bioengineering, Milan, Italy) 上で安静立位姿勢を 30 秒間保持してもらい、その際のパンプスの床接地面積を測定し、足圧重心の算出と、圧力中心の動揺範囲を計測した。

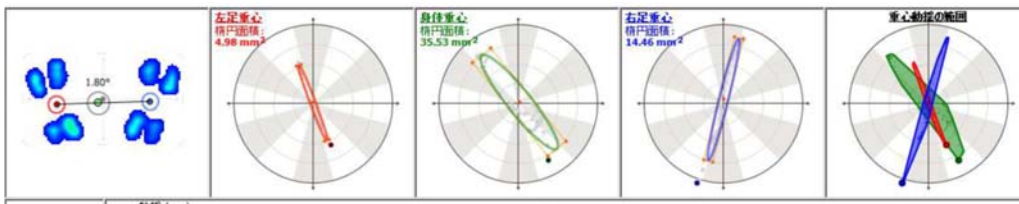
次に、歩行運動、走運動、連続ジャンプ運動（ホッピングジャンプ）、スクワットジャンプ運動（スクワットの姿勢からのジャンプ）をインソール有り・無し条件でそれぞれ実施した。その際、床反力と筋活動を測定した。全ての運動課題において、筋活動は表面筋電図（Wave Wireless EMG, Cometa Systems, Milan, Italy）を用いて測定した。

歩行運動の測定は実験室内に 5 m の歩行路を設置して行った。歩行路の中間地点には床反力計（TF-6090, テック技販社製，日本）を 2 枚直列に埋没させ、脚が床に接地した際の鉛直方向の床反力を左右それぞれ分離して計測した。また、測定前に被験者には通常自由歩行で数回歩行路を歩行してもらい、歩行のテンポを測定した後、一定のテンポをメトロノームによってコントロールした状態で実施した。走運動の測定は、被験者に床反力計内蔵型トレッドミル（ITR5018-11, Bertec Corporation, Columbus, OH, USA）上で時速 12 km での走行を行った。ホッピング運動（HOP）は、被験者に床反力計上で膝関節は出来るだけ使わず、足関節のみで最大努力で連続ジャンプするように指示し、20 秒程度ジャンプ継続してもらった。その中で、安定した 10 回のジャンプを分析対象とした。スクワットジャンプ運動（SJ）では、最初のスクワット姿勢の高さを被験者の目線上に配置した目印に固定するように指示し、最大努力でのジャンプを実施した。また、被験者には 2～3 回のスクワットジャンプを行ってもらい、鉛直方向の床反力値が最も高い 1 回を分析対象とした。

結果・考察

図1は、インソール有無による静止立位での足圧測定の結果である。インソールを入れることによって、右足の圧力重心の動揺範囲が減少し、身体の圧力中心の動揺エリアも大きく減少した。インソールにより、足部前方の地面への接地面積の増加が影響し、動揺範囲が減少し身体の安定性が高まったのかもしれない。

インソール無しパンプス



インソール有りパンプス

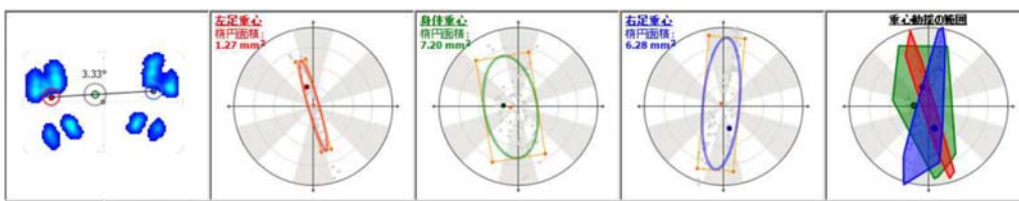


図1. パンプスのインソール有無による静止立位時での足圧中心の動揺について

図2は、インソール有無による走行・歩行への影響を筋電図と地面反力から検証した結果である。走行では、インソールを入れることによる変化は認められず、歩行では、左足接地から右足離地の両足接地局面において、筋活動の増加がいくつかの筋で確認され、接地時間の増加が確認された。インソールを入れることにより立方骨への刺激が、踵接地後の足部前方への圧力中心の移動をスムーズに行うことができ、それが結果として下腿三頭筋の筋活動が増加したが、走行との違いについて不明な点が多い。

図3は、インソール有無によるジャンプ運動への影響を筋電図と地面反力から検証した結果である。連続ホッピング運動 (HOP) とスクワットジャンプ (SJ) とともに、力発揮が増加し、跳躍高 (HOP: 30%, SJ: 41.1%) が増加した。インソール有りでは、接地中の外側広筋や大腿筋膜張筋の筋活動が増加し、力発揮の立ち上がりを高めることに貢献し跳躍高が増加した可能性が高い。インソールを入れることで立方骨を上方に刺激することで、足関節の底背屈が正され、膝の伸展動作の力発揮時の安定性を高めることにつながった可能性がある。

走行・歩行中の力発揮と筋活動の特徴

-インソールなし
-インソールあり

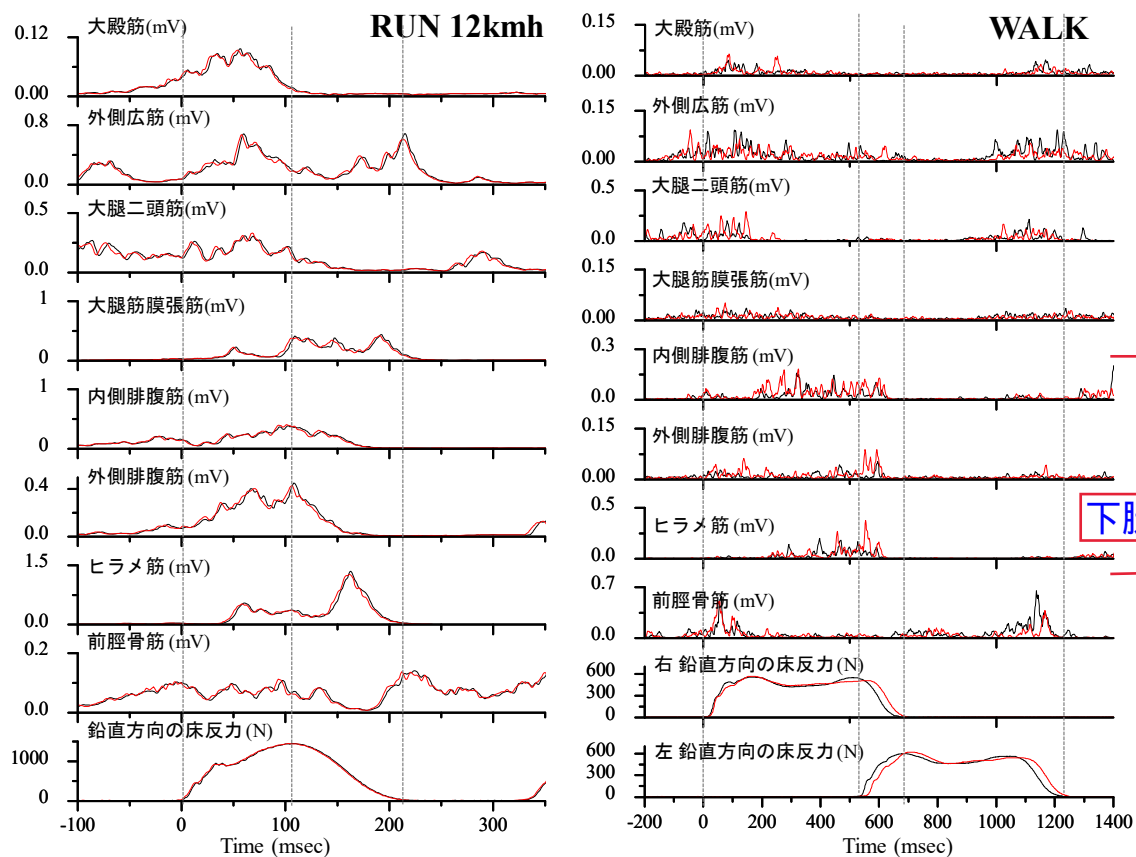


図2. パンプスのインソール有無による走行・歩行への影響について

左図の走行での縦の点線は、左から接地、ブレーキから加速の切り替え局面、離地を示す。
右図の歩行での縦の点線は、左から右足接地、左足接地、右足離地、左足離地を示す。

ジャンプ中の力発揮と筋活動の特徴

-インソールなし
-インソールあり

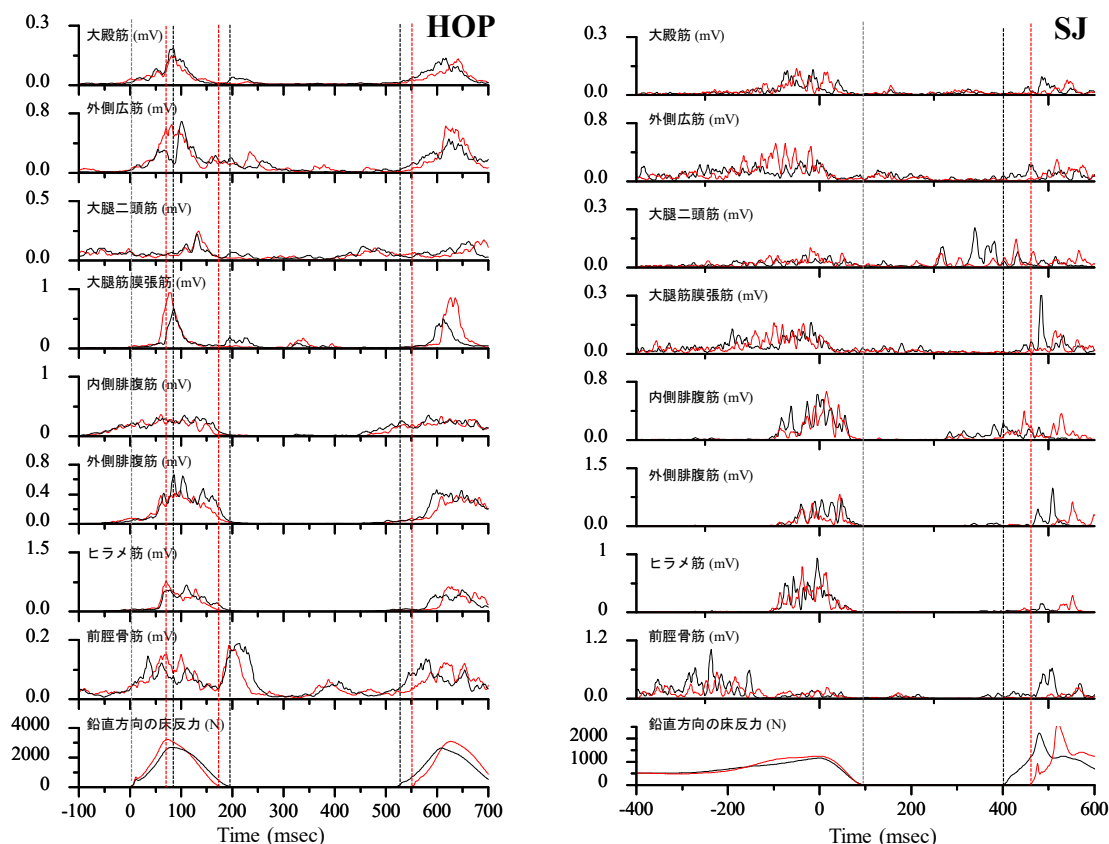


図3. パンプスのインソール有無によるホッピングとジャンプ運動への影響について

左図はホッピング運動中の右脚の筋電図と地面反力を示し、右図はスクワットジャンプ中の右脚の筋電図と地面反力を示す。左図の縦の点線は、左から接地、両条件でのブレーキから加速の切り替え局面、両条件での離地を示す。右図のスクワットジャンプの縦の点線は、左から接地、インソール無しでの接地、インソール有りでの接地を示す。

まとめ

パンプスへのインソール有無による静止立位とダイナミックな動作への影響を筋電図と地面反力をもとに検討した結果、1) 足圧の基底面が前方にシフトし、足圧中心の安定性が高まった、2) ダイナミックな動作では、走行では大きな変化が認められなかった。逆に歩行では、下腿三頭筋の筋活動や接地時間が増加し、ストライドの増加につながった。 ホッピングやジャンプ運動では、外側広筋や大腿筋膜張筋の筋活動と力発揮の立ち上がりが増加し、インソールによる足部の安定性が高まったことが、大腿部などの筋力発揮を高めることにつながった可能性がある。