

Foot strike pattern and collision force in habitually barefoot versus shod runners.

Daniel E. Lieberman, Madhusudhan Venkadesan, William A. Werbel, Adam I. Daoud, Susan D'Andrea, Irene S. Davis, Robert Ojiambo Mang'Eni & Yannis Pitsiladis

Nature, vol.463(28): 531-536, January 2010.

要約

人間は、何百万年もの間、長距離ランニングに携わっているが、現代的なランニングシューズが発明されたのは1970年代に入ってからである。人間における進化の歴史の大半において、ランナーは裸足で走ったか、サンダルやモカシンのような現代的なランニングシューズと比べると踵が小さくクッションがほとんどない履物を着用していた。我々は、現代的なシューズが発明される前、足が地面に着地することによって引き起される衝撃に、ランナーがどのように対処していたのかについて疑念を抱いた。

この研究において我々が明らかにできたことは、常に裸足で走る長距離ランナーは、たいてい踵を降ろす前に足の前部で接地（フォアフット着地）する。一部のランナーはフラットに接地（ミッドフット着地）し、稀にしか踵で接地（踵着地）するランナーはいない。対照的に、常にシューズを着用するランナーは、ほとんどの場合、後足部で着地し、現代的なランニングシューズの高いクッションの入った踵のおかげで踵着地が容易になっている。

キネマティクス（運動学）的かつキネティクス（運動力学）的に分析すると、硬い地面でさえ、前足部で着地する裸足のランナーの方が、後足部で着地するシューズ着用のランナーよりも発生する衝撃力が小さいことが示された。この差は、主に接地時に足首がより底屈し、衝撃に対し足首により高いコンプライアンス（たわみ性）ができ、地面と衝突する身体有効質量が低減される結果として生じている。足の前足部及び中足部で着地する足運びは、おそらく人間が裸足又は最小限の靴で走っていたときには、より一般的であった。この足の前足部及び中足部で着地する足運びは、現在、ランナーの多くが経験する着地衝撃に関係する傷害の一部から、脚部を守っていると思われる。

注目される点

ランニングの着地は、これまで踵から着地するというのが安全であり基本とされてきた。これに対して、ハーバード大学のD.E. リーバーマンらは、いくつかの検証実験を実施して、踵着地よりもフォアフット着地やミッドフット着地のほうが安全かもしれないとしている。

D.E. リーバーマンらは、現代的なランニングシューズが発明され普及する以前は、どのようにして大きな着地衝撃に対処していたのかという問題を解明するため、米国のランナーとケニアのリフトバレー州（数多くの有力な長距離ランナーを輩出する地域として有名）出身のランナー、そして現在リフトバレー州の2つの学校に通う普段から裸足で走っている青年らの協力を得て、シューズを履いて走る場合と裸足で走る場合の詳細なバイオメカニクス的な分析を行ない、以下のことを明らかにした。

1. ランニングシューズが踵着地をもたらした

普段から裸足で走るランナーや子どもの頃はもともと裸足で走っていたが、成人してシューズを履いて走るようになったランナーは、踵が地面に着く前に前足部や中足部で着地

しており、踵から最初に着地するランナーはほとんどいなかった。これに対して、長年にわたって普段からランニングシューズを履いて走っているランナーの多くは踵着地であった。

2. 踵着地ではランニング障害の原因となる着地衝撃は完全にはなくなる

ランニングでは、着地する瞬間の衝撃が最も傷害を引き起す原因になると考えられている。踵から着地するランニングでは、着地の瞬間に急激な着地衝撃のピークが生じ、体重の約1.5～3倍にも達する。最新の衝撃吸収材を組み込んだ高性能ランニングシューズを履いた場合でも、この初期の衝撃が完全に消失するわけではない。

3. フォアフット着地とミッドフット着地の衝撃力は踵着地の半分以下

最初に前足部で着地をするランナーでは、初期の衝撃のピークがあらわれない着地となる。しかも足にかかる衝撃の最大の大きさは踵着地の約1/3という小ささである。中足部から地面に着地するミッドフット着地の場合も、踵着地に比べてその衝撃は明らかに小さくなり、フォアフット着地と踵着地との中間的な大きさとなることが示されている。このようにフォアフット着地やミッドフット着地で支持期初期の着地衝撃のピークがあらわれず、しかも衝撃力それ自体も小さくなる理由は、以下のように説明されている。

踵着地では踵よりも上方で衝撃を吸収できる関節は膝しかなく、踵の骨よりも前方に位置する足首が着地衝撃を吸収するには働かないのに対して、フォアフット着地では踵着地よりも足首がより伸びた（底屈した）状態で踵よりも先に前足部が着地するため、着地衝撃に対して足首による大きなたわみが発生し、それによって地面との衝撃が緩衝されるからである。また、人類が進化の過程で形成してきた土踏まずのアーチによる衝撃の吸収作用を、フォアフット着地やミッドフット着地では足が地面に着いた直後から直ちに利用できるのに対して、踵着地では足がフラットになる支持期後半までは活用することができない。

4. 高性能ランニングシューズがランニング障害を作っている？

踵が高く衝撃吸収性能の高いクッションの効いたシューズは、踵着地で走るランナーにとっては快適であり、踵着地で走る傾向が強まる。しかし、それによって足の関節や筋肉や靭帯にある感覚機能（自己受容）が制限され、足の筋肉が弱まり、シューズのアーチサポートや硬いソールも手伝って土踏まずのアーチの力が低下する。これによって、過度のプロネーションが生じ、さまざまなランニング障害の原因になるのではないかと考察している。

（大阪学院大学 山内 武）