

静的な足部評価方法である arch height index とランニング中の中足部回内との関連性

○高林 知也 (たかばやし ともや) (PT)¹⁾, 江玉 陸明 (PT)¹⁾, 中村 雅俊 (PT)¹⁾, 中村 絵美 (PT)¹⁾, 金谷 知晶 (PT)¹⁾, 柳 宗 (PT)¹⁾, 稲井 卓真 (PT)²⁾, 大森 豪 (MD)³⁾, 久保 雅義 (PT)¹⁾

¹⁾ 新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所

²⁾ おぐま整形外科クリニック

³⁾ 新潟医療福祉大学健康科学部 健康スポーツ学科

はじめに

扁平足のような足部回内のマルアライメントは、ランニング障害の危険因子になることが前向き研究で報告されている¹⁾。そのため、これまで多くの静的な足部アライメントの評価方法が先行研究にて提唱されている。例を挙げると、navicular drop テストや踵骨外反角度、内側縦アーチ、フットプリントを用いた arch index などがある。しかし、これらの評価方法は再現性や妥当性が先行研究によって一致した見解が得られていない^{2)~4)}。

近年では、静的な足部アライメントから動的アライメントを推測することが重要であるとされている。静的な足部評価方法のなかでも、arch height index (AHI) は再現性および妥当性が確認されている数少ない静的な足部評価方法である⁶⁾。また、先行研究では Multi-segment foot model を用いて足部内の詳細な解析が行われており、特に中足部の異常な動きが障害発生に関与することが示唆されている⁷⁾。そのため、動的な中足部機能を推測するための静的な評価方法を検証することは重要であると考えられるが、AHI と中足部機能の関連性は明らかとなっていない。

そこで、本研究は AHI とランニング中の中足部回内との関連性を検証することを目的とした。

対象と方法

被験者は健常成人男性7名 (身長 1.7 ± 0.1 m, 体重 62.8 ± 7.4 kg), 健常成人女性7名 (身長 1.6 ± 0.1 m, 体重 51.2 ± 8.7 kg) の計14名とした。AHIの測定は、検者が被験者の右下肢に体重の90%荷重を指示し、足長の50%地点での足背の高さを踵後縁から第1中足趾節関節中心までの長さで除して算出した (図1)。測定肢位は膝関節伸展位、股関節内外転中間位とした。なお、AHIは値が低いほど回内アライメントに近づくことを意味している。妥当性と再現性が確認されている Leardini foot

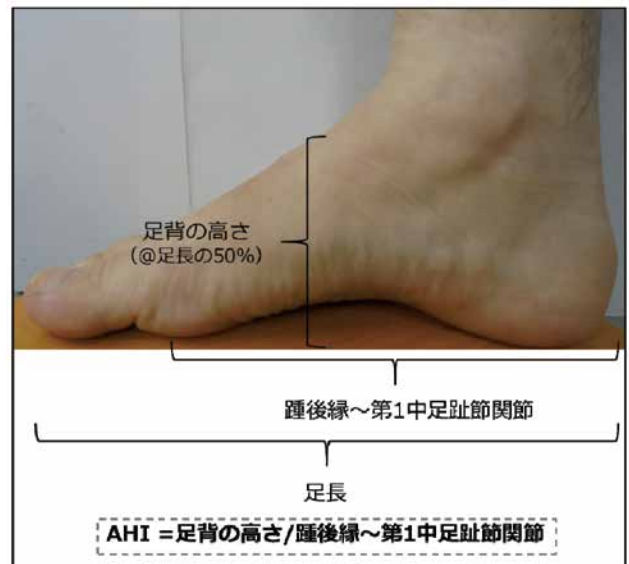


図1. AHIの測定方法. 各被験者の体重の90%荷重で測定を実施した。

model⁸⁾を用いて、右下腿と足部に15箇所の反射マーカーを貼付した。課題動作は後足部接地でのランニングとし、トレッドミル (Minato Medical Science) 上にて裸足で実施した。ランニング速度は、トレッドミル上で徐々に速度を増加させた際に被験者が歩けなくなる速度に設定した (Slow jogging)⁹⁾。

動作計測には赤外線カメラ13台を含む3次元動作解析装置 (Vicon MX: Oxford Metrics Inc) を使用し、サンプリング周波数は100Hzとした。解析区間は踵接地から同側爪先離地までの立脚期とした。反射マーカー位置に対し、遮断周波数6Hzの2次Zero-lag Butterworth low-pass filterを施した。セグメントは後足部、中足部を定義し、後足部に対する中足部の回内角度をカルダン角Xyzにて算出した。解析区間を%立脚期として時間正規化し、各被験者の試行間で加算平均処理を行った。AHIを独立変数、

中足部回内ピーク値を従属変数とし、単回帰分析にて2つの変数間の関連性を検証した。なお、有意水準は5%とした。本研究のデータ解析はSCILAB-5.5.0にてプログラミング処理を行った。

結 果

AHIは0.261～0.318の範囲にあり、参加した対象者は全て正常足であった(AHIにおける正常足の基準値:0.251～0.332)⁶⁾。図2にAHIとランニング中の中足部回内ピーク値の散布図を示す。単回帰分析の結果、AHIはランニングにおける中足部回内ピーク値の分散の78%を推測した($R^2=0.78$; $p<0.05$)。

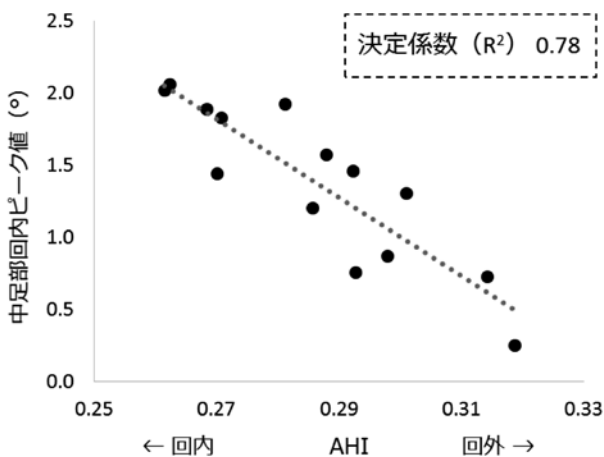


図2. AHIと中足部回内ピーク値の散布図。決定係数は0.78であり、AHIは中足部回内ピーク値を高い精度で推測した。

考 察

本研究より、AHIで回内アライメントを示す対象者(AHIが低値)は、ランニング中の中足部回内ピーク値も高値を示すことが明らかになり、AHIはランニング中の中足部回内を推測できる有用な足部評価方法であることが示唆された。

フットプリントを用いて計測するarch indexやnavicular dropテストなどの静的な足部評価方法は、再現性や妥当性の報告に一致した見解がなく^{2)~4)}、動的な中足部機能を十分に推測する有用性は低い可能性がある。一方、AHIは他の静的な足部評価方法と比較して再現性や妥当性が高いことが報告されている⁶⁾。よって、AHIではより正確に静的な足部アライメントを評価でき、ランニング中の中足部回内と高い関連性があったと考えられる。

これまでの先行研究では、後足部の動きと障害発生の関連性を検証している報告が多いが¹⁰⁾、近年では中足部の異常な動きと障害発生には関連があることが示唆されている^{7),11)}。また、われわれは後足部と中足部間に運動連鎖関係が存在することを明らかにし¹²⁾、さらに中足部は後足

部と同等の回内運動量を示し、中足部は機能的に重要な役割を果たしていることを報告した¹³⁾。これらのことから、中足部を評価することは重要であり、AHIでランニング中の中足部の動きを推測することは有用性が高いと考えられる。

ま と め

- 本研究はAHIとランニング中の中足部回内との関連性を検証した。
- AHIはランニングにおける中足部回内ピーク値の分散の78%を推測した($R^2=0.78$)。
- AHIはランニング中の中足部回内を推測できる有用な足部評価方法であることが示唆された。

参考文献

- 1) Kaufman KR, Brodine SK, Shaffer RA, et al. The effect of foot structure and range of motion on musculoskeletal overuse injuries. *Am J Sports Med.* 1999; 27 (5) : 585 - 593.
- 2) Hawes MR, Nachbauer W, Sovak D, et al. Footprint parameters as a measure of arch height. *Foot Ankle.* 1992; 13 (1) : 22 - 26.
- 3) Picciano AM, Rowlands MS, Worrell T. Reliability of open and closed kinetic chain subtalar joint neutral positions and navicular drop test. *J Orthop Sports Phys Ther* 1993; 18(4): 553 - 558.
- 4) Mueller MJ, Host JV, Norton BJ. Navicular drop as a composite measure of excessive pronation. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1993; 83 (4) : 198 - 202.
- 5) Chuter VH. Relationships between foot type and dynamic rearfoot frontal plane motion. *J Foot Ankle Res.* 2010; 3: 9.
- 6) Williams DS, McClay IS. Measurements used to characterize the foot and the medial longitudinal arch: reliability and validity. *Phys Ther.* 2000; 80 (9) : 864 - 871.
- 7) Buldt AK, Levinger P, Murley GS, et al. Foot posture is associated with kinematics of the foot during gait: A comparison of normal, planus and cavus feet. *Gait Posture.* 2015; 42 (1) : 42 - 48.
- 8) Leardini A, Benedetti MG, Berti L, et al. Rear-foot, mid-foot and fore-foot motion during the stance phase of gait. *Gait Posture.* 2007; 25 (3) : 453 - 462.
- 9) Pohl MB, Messenger N, Buckley JG. Forefoot, rearfoot and shank coupling: effect of variations in speed and mode of gait. *Gait Posture.* 2007; 25 (2) : 295 - 302.
- 10) Newman P, Witchalls J, Waddington G, et al. Risk factors associated with medial tibial stress syndrome in runners: a systematic review and meta-analysis. *Open Access J Sports Med.* 2013; 4: 229 - 241.
- 11) Buldt AK, Murley GS, Butterworth P, et al. The relationship between foot posture and lower limb kinematics during walking: A systematic review. *Gait Posture.* 2013; 38 (3) : 363 - 372.
- 12) Takabayashi T, Edama M, Yokoyama E, et al. Changes in kinematic coupling among the rearfoot, midfoot, and forefoot segments between running and walking. *J Am Podiatr Med Assoc.* (In-press).
- 13) Takabayashi T, Edama M, Yokoyama E, et al. Quantifying coordination among rearfoot, midfoot, and forefoot segments during running. *Sports Biomech.* (In-press).